

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
CONHECIMENTO E INCLUSÃO SOCIAL EM EDUCAÇÃO

PATRÍCIA CELESTE DA SILVA DELGADO

**LICENCIANDOS DO PIBID E O AQUECIMENTO
GLOBAL: REDES DE ACTANTES NA ELABORAÇÃO DE
ATIVIDADES DIDÁTICAS**

Belo Horizonte

2016

PATRÍCIA CELESTE DA SILVA DELGADO

**LICENCIANDOS DO PIBID E O AQUECIMENTO
GLOBAL: REDES DE ACTANTES NA ELABORAÇÃO DE
ATIVIDADES DIDÁTICAS**

Texto apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação Conhecimento e Inclusão Social em Educação da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do título de doutora em educação.

Linha de pesquisa: Educação e Ciências

Orientador: Prof. Dr. Francisco Ângelo Coutinho

Belo Horizonte

2016

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Francisco Ângelo Coutinho pela oportunidade de abrir meus horizontes, pela generosidade e paciência.

Ao professor Orlando Aguiar pelas contribuições por ocasião da leitura do projeto inicial.

Aos membros da banca de qualificação, Danusa Munford, Edgar Rodrigues Barbosa Neto e Fábio Augusto Rodrigues e Silva pela leitura cuidadosa e preciosas contribuições.

À equipe do curso “*Scientific Humanities*” e em especial ao professor Bruno Latour pelo comentário sobre questão enviada e atividade postada, o que ajudou a reduzir minhas angústias em relação ao trabalho.

Aos meus colegas da FAE, com quem compartilhei disciplinas, conversas entre as aulas, cafés na lanchonete: Ana Carolina, Ivan, Rita, Tatiana Gorete.

A todo(a)s o(a)s colegas do ANT-Lab e do grupo de pesquisa, especialmente Daniela Campolina, Tatiana Camargos, Márcia Parreiras, Elisa Faria, Luciana Allain, Victor Marcondes, Nathália Ribeiro, com quem compartilhei mais tempo e experiências.

À Elisa Faria pela valiosa ajuda com o programa Gephi.

À Luciana Allain pelas ideias trocadas durante o curso “*Scientific Humanities*” que também ajudaram a encontrar o caminho das pedras.

À toda a equipe do PIBID, em especial aos supervisores e licenciandos, colaboradores que generosamente concordaram em participar dessa pesquisa.

À direção das duas escolas nas quais coletei dados, por me receber e permitir a realização desse trabalho.

Às minha amigas Juliana Cardoso e Claudia Malafaia pela leitura do texto de qualificação, comentários, trocas de experiências e dicas.

Aos funcionários da secretaria de pós-graduação da FAE.

À CAPES pela concessão de bolsa de doutorado e ao programa de Programa de Pós-Graduação em Educação Conhecimento e Inclusão Social em Educação pelo auxílio financeiro para participação em congressos.

Ao meu amigo Eduardo Pires, pela amizade e apoio constantes.

À minha mãe, Dora, e irmã, Giovana, pelo apoio e paciência necessários nesses momentos tumultuados.

Você acha que o Apocalipse traria os mortos à vida? De modo nenhum. Quando as trombetas do juízo ressoam em seus ouvidos, você cai em melancolia! Nenhum novo ritual vai salvar você. Vamos apenas sentar em uma cabana mágica, e continuar negando, negando, negando, até o amargo fim (LATOURET, 2011).

Volta à natureza! Isto significa: ao contrato exclusivamente social juntar o estabelecimento de um contrato natural de simbiose e de reciprocidade onde a nossa relação com as coisas deixaria domínio e posse pela escuta admirativa, pela reciprocidade, pela contemplação e pelo respeito, onde o conhecimento não mais suporia a propriedade nem a ação a dominação, nem estas os seus resultados ou condições estercorárias. Contrato de armistício na guerra objetiva, contrato de simbiose: o simbiota admite o direito do hospedeiro, enquanto o parasita – nosso estatuto atual – condena à morte aquele que pilha e que habita, sem tomar consciência de que no final condena-se a desaparecer (SERRES, 1991, p 51).

RESUMO

Esse trabalho apresenta os resultados da pesquisa desenvolvida com dois grupos de licenciandos em Ciências Biológicas de uma universidade pública brasileira. Os objetivos foram: identificar o que é performado pelos licenciandos em Ciências Biológicas ao longo de um processo de elaboração de atividades didáticas sobre a controvérsia do aquecimento global. Descrever como os licenciandos abordam a questão do aquecimento global. Identificar os actantes humanos e não humanos mobilizados ao elaborar atividades didáticas sobre o tema. Descrever as translações de interesses que ocorrem no coletivo. Identificar como os licenciandos descrevem a participação de especialistas (cientistas), leigos e políticos na gestão da controvérsia do aquecimento global e que funções atribuem a eles. Descrever como os licenciandos abordam as relações entre ciência e política envolvidas na questão do aquecimento global. Para o desenvolvimento deste trabalho, o principal referencial teórico utilizado foi a Teoria Ator-Rede. Demais aportes teóricos são aqueles oriundos do Movimento CTS, da Sociologia das Ciências e do campo da Política relacionados ao estudo da participação do cidadão em questões controversas ligadas à ciência. Para o estudo foram escolhidos dois grupos de licenciandos, participantes do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), orientados por dois diferentes supervisores, e que atuam em duas escolas públicas de ensino médio de Belo Horizonte, Minas Gerais. Os dados foram obtidos durante a observação das reuniões para elaboração de atividades sobre o aquecimento global, realizadas por ambos os grupos. Essas reuniões foram observadas e gravadas. O material foi transcrito e analisado. Nas redes mobilizadas pelos licenciandos destaca-se o papel da supervisora do grupo 1, considerada um “ponto de passagem obrigatório”, ou seja, um actante que associa diferentes actantes e que é decisivo na conclusão das atividades do seu grupo. O supervisor do grupo 2 e os professores dessa escola tiveram impacto importante no trabalho dos licenciandos, sobretudo ao limitar suas possibilidades de ação, ou seja, representaram desvios na translação de interesses. Dentre os actantes não-humanos destacam-se: o tempo, o espaço físico da escola e a grade curricular. Estes actantes também representaram desvios na translação de interesses. A internet mostrou-se um “ponto de passagem obrigatório” para os dois grupos. Os licenciandos identificaram parcialmente os fatores envolvidos na controvérsia do aquecimento global, tais como as relações entre ciência e política. Por vezes reforçaram o modelo do déficit, desqualificando o papel do leigo e adotando uma posição de subordinação em relação aos cientistas.

Palavras chave: Ensino de Biologia; Controvérsias sócio-técnicas; Relações Ciência x Política; Teoria Ator-Rede.

ABSTRACT

This text presents the results of a research with two groups of Biological Sciences pre-service teachers, from a Brazilian public university. The purpose of this study is to describe the didactic approaches used by these undergraduate students in teaching controversial topics, in this case, global warming. To describe how the licensees address the issue of global warming. To identify the human and non-human actors that are mobilized to develop educational activities on the subject. To describe the interest translations that occur in the collective. To identify how undergraduate describe the participation of experts (scientists), lay people and politicians in the management of global warming controversy and which functions they assigned to them. To describe how the licensees address the relationship between science and politics involved in the issue of global warming. The Actor-Network Theory was the main theoretical framework used in this study. Other theoretical contributions included the STS Movement, the Sociology of Science and the field of Politics related to citizen participation on controversial science issues. The study object were two groups of pre-service teachers, undergoing pre-service training at two public high schools, under the supervision of two different teachers. Data were obtained through “global warming lesson plan” meetings, among pre-service teachers and their supervisors. These meetings were observed and recorded. The material was transcribed and analyzed. The data allow concluding that: Among human actants, we highlight the role of group 1 supervisor, who was considered an “obligatory passage point”, a decisive actant to complete activity by actively guiding pre-service teachers to complete their planning and activities. The group 2 supervisor, and school teachers had an important impact on the licensees' work, particularly by limiting their possibilities of action, that is, they are deviations in interest translations. Non-human actants were important for pre-service teacher's work included: time, school's physical space and curriculum, mainly by limiting their possibilities of action. They are also deviations in the interest translations. Internet was considered an “obligatory passage point” to both groups. The undergraduate partially identified the factors involved in the global warming controversy, such as the relationship between science and politics. However, at various times they reinforced the deficit model, by disqualifying the role of the lay people and by adopting a position of subordination in relation to scientists.

Key words: Biology education; Sociotechnical controversy; Relationship between science and politics; Actor-Network Theory.

Lista de Figuras

Figura 1: O modelo contexto/conteúdo concebe a ciência como um núcleo rodeado por uma coroa de contextos sociais irrelevantes para a definição de ciência (Baseado em Latour, 2001).	66
Figura 2: As operações de translação combinam os diferentes interesses em um novo objetivo.	67
Figura 3: Tipos de translações de interesses: 1) Atender aos interesses dos outros; 2) convencê-los de que os caminhos habitualmente trilhados estão bloqueados; 3) atraí-los para um pequeno desvio; 4) inventar novos grupos, novos objetivos, criar arditosamente derivações nos interesses, ou travar batalhas pela atribuição de interesses; 5) tornar-se indispensável aos outros (FIGURA extraída de LATOUR, 2000, p. 199).	70
Figura 4: A figura representa uma alternativa ao modelo contexto/conteúdo. Para qualquer expressão realista da ciência, é necessário levar em conta cinco circuitos ao mesmo tempo. Nesse modelo, o elemento conceitual (vínculos e nós) continua no meio, porém não está rodeado por um contexto, e sim, como um nó central que liga os outros quatro circuitos (figura extraída de LATOUR, 2001, p. 118).	72
Figura 5: A figura mostra como é possível extrair o modelo canônico (C) pelo cancelamento de mediações-chave do modelo A. Se a dimensão conceitual - o círculo central em (A) - for extirpada das outras quatro, será transformada num núcleo (B); os outros quatro circuitos ora desconectados formarão, quando reconectados, uma espécie de contexto que não terá relevância alguma para a definição do cerne da ciência (C) (figura extraída de LATOUR, 2001, p. 129).	72
Figura 6: Conceitos básicos Teoria Ator-Rede.....	78
Figura 7: Modelo de rede de atores relacionados ao telefone celular construído por um estudante. O modelo mostra diversos actantes humanos e não-humanos relacionados ao telefone celular e a rede de conexões entre eles (extraído de BENCZE, CARTER e KRSTOVIC, 2014).	86
Figura 8: Rede de actantes mobilizados pelos licenciandos do grupo 1, durante a reunião 1, para produção de atividade sobre o aquecimento global.	119
Figura 9: Rede de actantes mobilizados pelos licenciandos do grupo 1, durante a reunião 2, produção de atividade sobre o aquecimento global.	121
Figura 10: Rede de actantes mobilizados pelos licenciandos do grupo 1, durante a reunião 3, para produção de atividade sobre o aquecimento global.	122
Figura 11: Rede de actantes mobilizados pelos licenciandos do grupo 1, durante a reunião 4, para produção de atividade sobre o aquecimento global.	124
Figura 12: Rede de actantes mobilizados pelos licenciandos do grupo 1, durante a reunião 5, para produção de atividade sobre o aquecimento global.	126
Figura 13: Rede de actantes mobilizados pelos licenciandos e supervisora do grupo 1, durante a reunião 6, para produção de atividade sobre o aquecimento global.	128
Figura 14: Rede de actantes mobilizados pelos licenciandos do grupo 1, durante a reunião 7, para produção de atividade sobre o aquecimento global.	130
Figura 15: Rede de actantes mobilizados pelos licenciandos do grupo 1, durante a reunião 8, para produção de atividade sobre o aquecimento global.	131
Figura 16: Rede de actantes mobilizados pelos licenciandos do grupo 1, durante a reunião 9, para produção de atividade sobre o aquecimento global.	133
Figura 17: Rede de actantes mobilizados pelos licenciandos do grupo 2, durante a reunião 1, para produção de atividade sobre o aquecimento global	135

Figura 18: Rede de actantes mobilizados pelos licenciandos do grupo 2, durante a reunião 2, para produção de atividade sobre o aquecimento global.	139
Figura 19: Rede de actantes mobilizados pelos licenciandos do grupo 2, durante a reunião 3, para produção de atividade sobre o aquecimento global.	139
Figura 20: Rede de actantes mobilizados pelos licenciandos e supervisor do grupo 2, durante a reunião 4, para produção de atividade sobre o aquecimento global.	142
Figura 21: Rede de actantes mobilizados pelos licenciandos do grupo 2, durante a reunião 5, para produção de atividade sobre o aquecimento global.	144
Figura 22: Rede de actantes mobilizados pelos licenciandos do grupo 2, durante a reunião 6, para produção de atividade sobre o aquecimento global.	146
Figura 23: Rede de actantes mobilizados pelos licenciandos do grupo 2, durante a reunião 7, para produção de atividade sobre o aquecimento global.	147
Figura 24: Rede de actantes mobilizados pelos licenciandos do grupo 2, durante a reunião 8, para produção de atividade sobre o aquecimento global.	148
Figura 25: Fatores que influenciaram a produção das atividades didáticas em ambos os grupos: a atuação da supervisora do grupo 1 foi um fator determinante para a conclusão das atividades do grupo 1; os demais fatores (à direita) foram limitantes para a conclusão das atividades.	156
Figura 26: Diagrama de translações de interesses relacionados à produção da atividade didática sobre o aquecimento global, no grupo 1.	157
Figura 27: Diagrama de translações de interesses relacionados à produção da atividade didática, no grupo 2.	158
Figura 28: Translações de interesses observadas nos grupos.	161
Figura 29: Principais actantes humanos e não-humanos que influenciaram o trabalho de preparação de atividades didáticas sobre o aquecimento global dos grupos 1 e 2.	168
Figura 30: Como os licenciandos do PIBID descrevem a controvérsia do aquecimento global.	182
Figura 31: Como os licenciandos descrevem a participação de leigos, cientistas e políticos na gestão da controvérsia do aquecimento global.	190

Lista de Quadros

Quadro 1: Categorias de CTS na ciência escolar.	31
Quadro 2: Correntes em Educação CTSA.	35
Quadro 3: Correntes em Educação CTSA.	69
Quadro 4: Papel atribuído aos cientistas, políticos e leigos, na democracia delegativa.	94
Quadro 5: <i>Index tree</i> ou árvore de codificação utilizada no programa NUD*IST.	114
Quadro 6: Actantes humanos mobilizados durante as reuniões (R) para a elaboração de atividades didáticas sobre o aquecimento global.	151
Quadro 7: Tempo, espaço e grade curricular como actantes nas reuniões dos grupos 1 e 2 para a elaboração de atividades didáticas sobre o aquecimento global.	162
Quadro 8: Como os licenciandos descrevem a controvérsia do aquecimento global.	171
Quadro 9: Reuniões nas quais os licenciandos descreveram a participação de especialistas, leigos e políticos, na gestão da controvérsia do aquecimento global, para fins de elaboração de atividade didática.	183

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AFM	<i>Association française contre les myopathies</i>
AG	Aquecimento Global
AIDS	Síndrome da Imunodeficiência Adquirida
ANT ou TAR	Teoria Ator-Rede
BAAS	<i>British Association for the Advancement of Science</i>
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEA	<i>Commissariat à l'Énergie Atomique</i>
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
CTS(A)	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
DDT	Dicloro-Difenil-Tricloroetano
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
ERIC	<i>Education Resources Information Center</i>
EUA	Estados Unidos da América
FDA	<i>US Food and Drug Administration</i>
FNDE	Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação
FSM	Fórum Social Mundial
IES	Instituições de Educação Superior
IOSTE	<i>International Organization for Science and Technology Education</i>
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
MEC	Ministério da Educação
NASTS	<i>National Association for Science Technology Society</i>
NdC	Natureza das ciências
PIBID	Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência
PLON	<i>Project Leerpakket Ontwikkeling Natuurkunde” ou Projeto de Desenvolvimento Curricular em Física</i>
QSV	Questões socialmente vivas
SCISP	<i>School Concil Integrated Science Project</i>
SEEMG	<i>Secretaria de Educação do Estado de Minas Gerais</i>
SEPUP	<i>Science Education for Public Understanding Project</i>
SIACTS	Seminário Ibero-Americano Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências
SISCON	<i>Science In a Social CONtext</i>
SSI	<i>Socioscientific issues</i>
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
USP	Universidade de São Paulo
UT	Unidade Temática

Sumário

APRESENTAÇÃO.....	14
CAPÍTULO 1. CONTROVÉRSIAS SÓCIO-TÉCNICAS E EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS/BIOLOGIA: REVISÃO DA LITERATURA	18
1.1. As controvérsias se multiplicam em um mundo de incertezas.....	18
1.2. Currículo de ciências, necessidade de uma educação mais humanista e o contexto histórico que antecedeu o surgimento do movimento CTS.....	21
1.3. Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade na Educação: Origens e disseminação pelo mundo.	25
1.4. Categorizações de currículos e correntes CTS.	31
1.5. Declínio do movimento CTS ou desdobramento em novos movimentos?.....	36
1.6. Controvérsias sócio-técnicas no ensino de ciências – por que utilizá-las?.....	40
1.6.1. Controvérsias sócio-técnicas e a formação para a cidadania.....	40
1.6.2. Controvérsias sócio-técnicas para abordar a natureza das ciências.....	42
1.6.3. Controvérsias sócio-técnicas para abordar questões éticas e morais.....	44
1.6.4. Controvérsias sócio-técnicas para desenvolver as competências argumentativas dos alunos	46
1.6.5. Controvérsias sócio-técnicas para discutir as relações ciência-sociedade .	48
1.7. A abordagem de controvérsias sócio-técnicas recentes no ensino de ciências	51
1.7.1. Controvérsias sobre o aquecimento global	51
1.7.2. Controvérsias sobre o telefone celular.....	54
1.7.3. Professores de ciências e a abordagem de controvérsias sócio-técnicas...	56
1.7.4. A título de conclusão.....	58
CAPÍTULO 2. A TEORIA ATOR-REDE COMO REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO PARA O PRESENTE ESTUDO	59
2.1. Introdução	59
2.2. Conceitos básicos: Actantes e Irredução.....	61
2.3. O Mundo Moderno segundo Latour.....	62
2.4. Latour e o “fluxo sanguíneo da ciência”	64
2.5. A ação, segundo a ANT.....	73
2.6. A capacidade de agência dos objetos, segundo a ANT	75
2.7. A Teoria Ator-Rede em estudos sobre educação	78
2.8. Alguns exemplos de pesquisas que utilizaram a Teoria Ator-Rede no campo da educação	82
CAPÍTULO 3. DEMOCRACIA E EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: PONTOS DE CONVERGÊNCIA COM AS CONTROVÉRSIAS SÓCIO-TÉCNICAS	87
3.1. Educação em ciências para a participação democrática e tomada de decisão .	87

3.2. A ciência na democracia – representação científica e política em Maquiavel e Rousseau segundo Mark B. Brown.....	89
3.3. Democratizando a participação do cidadão nas questões científicas.....	93
3.4. Modelos de interação dos cidadãos com cientistas.....	95
3.5. A democratização da ciência e da representação.....	98
3.6. Como a representação democrática pode ser institucionalizada?	103
3.7. Educação científica para a democracia e construção de mundos possíveis....	104
CAPÍTULO 4. METODOLOGIA	107
4.1. Os parceiros da pesquisa – licenciandos do PIBID	107
4.2. Coleta de dados.....	110
4.3. Análise de dados	111
CAPÍTULO 5. AS REUNIÕES PARA ELABORAÇÃO DAS ATIVIDADES DIDÁTICAS SOBRE O AQUECIMENTO GLOBAL.....	117
5.1. Descrição das reuniões do grupo 1	117
5.2. Descrição das reuniões do grupo 2.....	133
CAPÍTULO 6. ACTANTES HUMANOS E NÃO-HUMANOS E TRANSLAÇÕES DE INTERESSE	150
6.1. Actantes humanos que influenciaram a elaboração das atividades didáticas..	150
6.2. Translação de interesses no coletivo	151
6.2.1. A atuação da supervisora Fátima	152
6.2.2. A atuação do supervisor Marcos e demais professores da escola onde atuava o grupo 2.....	153
6.3. Actantes não-humanos que influenciaram na elaboração das atividades didáticas	161
6.3.1. Tempo e grade curricular	162
6.3.2. O espaço e os materiais de consulta	164
CAPÍTULO 7. COMO OS LICENCIANDOS DESCREVEM A CONTROVÉRSIA DO AQUECIMENTO GLOBAL E QUE PAPEL ATRIBUEM AOS ESPECIALISTAS, LEIGOS E POLÍTICOS NA GESTÃO DESSA CONTROVÉRSIA.....	170
7.1. Como os licenciandos descrevem a controvérsia do aquecimento global?	170
7.1.1. O que é uma controvérsia sócio-técnica? O aquecimento global é um controvérsia?.....	171
7.1.2. O aquecimento global no livro didático	174
7.1.3. O financiamento de pesquisa e manipulação de dados	176
7.1.4. Mundos possíveis 1: envolver o aluno na busca de soluções para o aquecimento global	180
7.2. Como os licenciandos descrevem a participação de especialistas, leigos e políticos na gestão da controvérsia do aquecimento global.....	183
7.2.1. Papel atribuído aos cientistas e leigos.....	183
7.2.2. Papel atribuído aos políticos.....	188
7.2.3. Mundos possíveis 2: simulação de um fórum deliberativo com os estudantes	191

CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	193
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	197
ANEXO 1: Termo de consentimento livre e esclarecido para pesquisa na área de educação destinado ao professor(a) em formação inicial da educação básica	208
ANEXO 2: Termo de consentimento livre e esclarecido para pesquisa na área de educação destinado ao professor(a) da educação básica	210
ANEXO 3: Unidade Temática produzida pelo grupo 1	212
ANEXO 4: Slides produzidos pelo grupo 2:.....	240
ANEXO 5: Estudo dirigido sobre o texto “Aquecimento global: O começo do fim” produzido pelo grupo 2	245
ANEXO 6: Estudo dirigido sobre o texto “Mudanças climáticas e Amazônia” produzido pelo grupo 2.	249
ANEXO 7: Materiais de consulta utilizados na versão final da Unidade Temática produzida pelo grupo 1.	251
ANEXO 8: Materiais de consulta utilizados na versão final da Unidade Temática produzida pelo grupo 2.	253

APRESENTAÇÃO

Essa tese apresenta os resultados de um estudo com dois grupos de licenciandos de Ciências Biológicas participantes do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – PIBID. Nesse estudo acompanhei o trabalho desses licenciandos ao longo de um processo de elaboração de atividades didáticas sobre o aquecimento global.

Antes de definir o tema a ser estudado observei as reuniões semanais do PIBID Biologia realizadas em uma universidade pública durante o ano de 2012. Nesse período tive a oportunidade de conhecer melhor o funcionamento do PIBID e de constatar a importância desse programa para a formação de professores, principalmente por propiciar aos licenciandos a oportunidade de acompanhar *in loco* o trabalho do professor e participar ativamente nas atividades escolares. Nessa etapa refleti muito sobre como teria sido diferente a minha própria formação como professora se tivesse tido essa oportunidade, ao invés de apenas alguns dias de estágio.

No entanto, nesse período eu ainda tinha muitas dúvidas sobre como realizar um estudo ator-rede com esse grupo. Eu acabara de ser apresentada à Teoria Ator-Rede e minha experiência anterior de pesquisa foi em um laboratório de limnologia, há muito tempo. Estudos relacionados à sociologia, e, principalmente à sociologia das associações, eram uma novidade ao mesmo tempo empolgante e assustadora.

A escolha da controvérsia do aquecimento global aconteceu após a leitura do texto “*Waiting for Gaia*” (LATOUR, 2011) que me tocou muito. Talvez devido à minha formação em biologia e ao mestrado em ecologia, as questões relacionadas ao ambiente sempre foram de meu interesse. Mas também por que Latour busca na arte, no caso o filme “*Melancholia*” de Lars von Trier, uma metáfora para a nossa passividade frente à catástrofe eminente e nos convoca a agir contra o aquecimento global antes que seja tarde. Como professora de ciências entendo que, além do ensino dos conteúdos, é preciso ensinar a agir ou, pelo menos, a compreender a importância da ação no sentido de transformar nossas vidas para melhor.

Assim nasceu a ideia desse trabalho: unir um projeto de formação de professores a um dos temas mais urgentes da atualidade: o aquecimento global. Decidi estudar como os licenciandos do PIBID abordariam esse tema em atividades didáticas.

Este é um estudo que utiliza a Teoria Ator-Rede como ferramenta analítica, e como tal, é preciso seguir algumas regras (LATOIR, 2000). É essencial chegar antes que a caixa preta esteja fechada, ou, nesse caso, antes que as atividades didáticas estivessem prontas. Assim foi preciso seguir os atores em ação, considerar as transformações ocorridas no processo da sua construção das atividades, considerar os humanos e não humanos envolvidos no processo, a construção da rede, além das translações de interesses envolvidas.

Esse trabalho teve como objetivo principal descrever o que foi performado pelos licenciandos em Ciências Biológicas ao longo de um processo de elaboração de atividades didáticas sobre a controvérsia do aquecimento global e responder às seguintes questões:

1. Que atores humanos e não humanos são mobilizados ao elaborar atividades didáticas sobre o tema?
2. Quais as translações de interesses ocorrem no coletivo?
3. Como os licenciandos abordam a questão do aquecimento global?
4. Como os licenciandos descrevem a participação de especialistas (cientistas), leigos e políticos na gestão da controvérsia do aquecimento global e que funções atribuem a eles?
5. Os licenciandos identificam as relações entre ciência e política envolvidas na questão do aquecimento global?

Essa tese está organizada em 7 capítulos.

No capítulo 1 mostraremos que a atual multiplicação de controvérsias sócio-técnicas e as incertezas que enfrentamos (CALLON, LASCOUMES e BARTHE, 2009) tornam necessária uma educação em ciências capaz de integrar ciência, tecnologia e sociedade. Discutiremos que as controvérsias sócio-técnicas têm sido tratadas no campo de educação em ciências com

diferentes objetivos, tais como: formação para a cidadania, para abordar questões sobre a natureza das ciências; para discutir questões éticas e morais; para desenvolver competências argumentativas dos estudantes e, em especial, discutir as relações entre ciência e sociedade (ALBE, 2009).

No capítulo 2 apresentaremos os conceitos básicos da Teoria Ator-Rede. Discutiremos que essa teoria, oriunda dos *Science Studies*, questiona a separação entre ciência e sociedade e mostra sua co-produção. Também afirma que não deve haver premissas sobre a ação e propõe estender a capacidade de agência aos não-humanos. Uma das consequências é a necessidade de considerar a materialidade nos estudos ator-rede. Por fim, discutiremos de que forma essa teoria tem sido empregada em estudos sobre educação e ensino de ciências mais especificamente. Dentre eles, destacamos estudos sobre a materialidade na formação de professores e no cotidiano escolar (COUTINHO *et.al.*, 2015), estudos que buscam identificar redes de actantes envolvidas no telefone celular (BENCZE, CARTER e KRSTOVIC, 2014) e estudos que empregam a Cartografia de Controvérsias (ALBE e GOMBERT, 2012), uma versão didática da Teoria Ator-Rede¹.

No capítulo 3 discutiremos as relações entre democracia e educação em ciências e como esses tópicos se relacionam com a questão das controvérsias sócio-técnicas. Abordaremos referenciais teóricos que tratam da “retórica da expertise” (BROWN, 2009), do modelo de democracia delegativa (CALLON, LASCOUMES e BARTHE, 2009) e do modelo do déficit, que afastam o leigo das questões científicas. Abordaremos, também, uma alternativa: o modelo da coprodução do conhecimento (CALLON, 1999). Enfim, discutiremos uma possibilidade de educação científica para os mundos possíveis.

No capítulo 4 descreveremos os colaboradores da pesquisa e a metodologia utilizada para a coleta e análise de dados.

No capítulo 5 descreveremos as reuniões realizadas com os dois grupos de licenciandos para a produção de material didático sobre o aquecimento

¹ “A cartografia de controvérsias é um conjunto de técnicas para explorar e visualizar questões. Foi desenvolvida por Bruno Latour como versão didática da Teoria Ator-Rede para treinar estudantes na investigação do debate sócio-técnico contemporâneo” (VENTURINI, 2010, p.1, tradução nossa).

global. Também apresentamos as redes de actantes mobilizados em cada reunião.

No capítulo 6 discutiremos de que forma os actantes humanos e não humanos participaram da ação nos dois grupos. Também discutiremos as translações de interesses observadas durante o processo de produção das atividades didáticas e como essas translações permitiram, ou não, a conclusão das propostas dos dois grupos.

No capítulo 7, discutiremos como os licenciandos descreveram a controvérsia do aquecimento global: se é uma controvérsia genuína ou não, se identificaram ou não outros fatores que influenciaram essa questão. Por fim, discutiremos que papel os licenciandos atribuíram aos especialistas, leigos e políticos durante o processo de elaboração das atividades didáticas.

CAPÍTULO 1. CONTROVÉRSIAS SÓCIO-TÉCNICAS E EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS/BIOLOGIA: REVISÃO DA LITERATURA

Mas isso, com o que os futuros cidadãos vão lidar, é em relação ao que as exigências da democracia impõe que eles se tornem parte envolvida, não tem nada a ver com as lendas douradas da ciência pronta. É a isso que eles deveriam se tornar capazes de se interessar, é à ciência “tal qual ela se faz”, com suas relações de poder, suas incertezas, as contestações múltiplas que suscitam suas reivindicações, as alianças entre interesses e poder que a orientam, as definições de hierarquia das questões, desqualificando umas e privilegiando outras. É a partir de tudo isso que se constrói o seu mundo. (STENGERS, 1997², citado por ALBE, 2009, p.174)

Os objetivos do ensino de ciências e a forma de fazê-lo vêm mudando desde a introdução das disciplinas científicas no currículo escolar. Hoje, um dos desafios é a introdução de temas controversos nos programas.

Callon, Lascoumes e Barthe (2009) afirmam que a multiplicação de controvérsias socio-técnicas constitui um novo desafio para a democracia. Segundo Albe (2009) essa proliferação das controvérsias constitui, também, um desafio para a escola, principalmente em relação à formação de jovens para a participação em decisões científicas e técnicas. De acordo com essa autora, devido às inúmeras incertezas pelas quais passamos percebemos um crescente interesse dos pesquisadores da área de educação em ciências pelo ensino de controvérsias científicas. Essa é uma tendência que se desenha ao longo dos últimos anos devido às mudanças de concepção em relação à própria ciência e ao seu papel na vida do cidadão. A crença na ciência “salvadora”, que traria progresso e benefícios para todos, vêm sendo substituída pela incerteza.

1.1. As controvérsias se multiplicam em um mundo de incertezas

Segundo Serres (1996), o otimismo com a ciência teve de ser repensado a partir da bomba atômica de Hiroshima que forçou uma reflexão entre os

² STENGERS, I. *Sciences et pouvoir. Faut-il en avoir peur?* Labor, Bruxelles, 1997.

físicos sobre as relações entre ciências e sociedade, entre conhecimento e moral. Outros fatores fizeram com que os biólogos também questionassem sua responsabilidade como cientistas, por exemplo, em relação à explosão demográfica humana. O crescimento da população humana tem trazido uma série de incertezas relacionadas aos problemas ambientais, a sobre-exploração dos recursos naturais, conversão de *habitats*, eutrofização de ambientes aquáticos, acúmulo de toxinas no ambiente, poluição atmosférica e seus efeitos sobre a camada de ozônio e efeito estufa (RICKLEFS, 2003).

A interferência humana no planeta Terra tem sido tamanha, a ponto de se considerar que a humanidade pode ter se tornado uma força geológica, um fenômeno capaz de transformar a paisagem do planeta. Essa capacidade de modificação do planeta tem levado diversos cientistas a discutir a inclusão de um novo tempo geológico – o Antropoceno³ – na tabela do tempo geológico da Terra (MARTINI e RIBEIRO, 2011).

As profundas alterações ambientais provocadas pela humanidade podem ser relacionadas ao desenvolvimento da ciência e da tecnologia, que trouxe bem estar para uma parte da população e novos problemas com os quais é difícil lidar: o lixo nuclear, os testes de medicamentos, os perigos dos telefones celulares e do amianto (CALLON, LASCOUMES e BARTHE, 2009), a questão dos transgênicos e o risco alimentar (GUIVANT, 2002 e 2006), controvérsias envolvendo ambientalistas e mineradoras (FARIA, 2014), conflitos socioambientais (ROMERO e GITAHY, 2015), entre outros. Tais questões causam um impacto considerável na vida da maioria das pessoas e geram controvérsias:

Elas dão origem a muitos problemas novos [...] Problemas políticos, econômicos e éticos emergem no que diz respeito a cada uma dessas questões. E seria errado ver esses problemas como secundários, ou como separáveis de questões científicas e técnicas. [...] Não é bom tratar cada questão separadamente, como se fosse sempre um caso de eventos

³ Novo tempo geológico, sugerido por alguns cientistas, marcado pelas alterações no planeta Terra, provocadas pela espécie humana. Um exemplo dessas mudanças é alteração de 40 a 50% da paisagem do planeta a partir de meados do século XVIII. Alguns pesquisadores argumentam que o Antropoceno teve início com a Revolução Industrial; outros defendem que começou com os primeiros testes e o uso de armas nucleares, em 1945 (MARTINI & RIBEIRO, 2011).

excepcionais. O oposto é verdadeiro. Esses debates estão se tornando uma regra (CALLON, LASCOUMES e BARTHE, 2009, p.2).

Dessa forma, acredito que esse debate deve ser levado para as salas de aula, onde predomina uma abordagem tradicional dos conteúdos científicos. Mas o que são controvérsias sócio-técnicas?

Uma controvérsia sócio-técnica é concebida como uma questão que aumenta a polêmica nas comunidades científicas e na sociedade ou grupos sociais interessados pela questão. Por exemplo, alimentos geneticamente modificados (OGM), e nanotecnologias, tanto mobilizam e dividem comunidades específicas, e as próprias comunidades (por exemplo, cientistas, cidadãos, organizações não-governamentais, jornalistas, empresas, sindicatos, engenheiros, políticos) cada um tem preocupações especiais e disposições sobre a questão (ALBE e GOMBERT, 2012, p. 664).

Segundo Venturini (2010) as controvérsias são situações em que há divergência entre atores, que se iniciam quando eles percebem que não podem se ignorar mutuamente.

As controvérsias emergem quando ideias, coisas e simplificações que costumavam ser aceitas começam a ser questionadas e discutidas. Há décadas atrás, uma mina de ferro não seria motivo de discussão, pois a possibilidade desse projeto técnico promover desenvolvimento econômico e trazer modernização para determinada localidade já o justificaria. [...] Empreendimentos como a mineração deixaram de ser uma coisa tão simples quando as pessoas começaram a questionar os grandes impactos ambientais e sociais que o acompanham (FARIA, 2014, p. 36-37).

Questões controversas envolvendo o uso de transgênicos (BAUER, 2002) ou a instalação de uma mineradora que afeta as comunidades envolvidas (FARIA, 2014) levam a pensar em como a educação em ciências pode contribuir. Em um contexto de rápidas mudanças na sociedade, de agravamento da crise ambiental e do surgimento de vários problemas relacionados ao desenvolvimento da tecnociência, a proliferação de controvérsias científicas vem desafiar o ensino de ciências. Qual educação em

ciências é requerida na atualidade? Essa é uma questão importante para os professores de disciplinas científicas e também para as pesquisas do campo da educação. As transformações na sociedade são um convite à reflexão sobre que tipo de educação em ciências pode melhor atender às nossas necessidades, principalmente em relação à formação de jovens para a participação em processos de decisão ou debates sobre questões científicas e técnicas.

A corrente das controvérsias sócio-técnicas ou questões socialmente vivas⁴ (QSV) propõe uma orientação do ensino científico que permita aos indivíduos se engajarem em controvérsias que afetam a sociedade, além de explorar, em sala de aula, a natureza das ciências, os aspectos sociais das ciências, o estatuto da prova e o papel dos valores nas ciências. É necessário repensar o ensino de ciências como uma disciplina fechada em si mesma, perceber que ele não pode escapar às preocupações sociais e que deve se afirmar a esse respeito. Ciência e tecnologia evoluem, modificam-se e transformam a sociedade, e vice-versa. Trata-se de permitir aos estudantes desenvolver um conhecimento profundo do mundo no qual eles vivem e promover uma discussão do papel da educação em ciências que contribua para a participação democrática (ALBE, 2009).

Antes de discutirmos especificamente o ensino de controvérsias científicas faremos um breve histórico do surgimento e evolução do currículo de ciências e o surgimento do movimento CTS - Ciência Tecnologia e Sociedade - para contextualizar a questão das controvérsias.

1.2. Currículo de ciências, necessidade de uma educação mais humanista e o contexto histórico que antecedeu o surgimento do movimento CTS

O surgimento do currículo de ciências ocorreu no final do século dezenove, na Inglaterra. Segundo Aikenhead (2006), nos anos 1850, o currículo da escola britânica estava sobrecarregado com disciplinas tais como, religião, os clássicos, gramática, línguas, matemática e história e havia pouco espaço para novos assuntos como a ciência. Foi devido ao prestígio da *British*

⁴ As controvérsias são denominadas por ALBE (2009) como Questões Científicas Socialmente Vivas (QSV).

Association for the Advancement of Science – BAAS - que a situação mudou. Essa associação aprovou, em 1867, um relatório propondo a educação em ciências nas escolas. Segundo esse autor, essa proposta não tinha outro objetivo a não ser garantir os interesses de seus associados: “A BAAS promoveu uma ideologia da “ciência pura”, servindo a um interesse próprio em ganhar membros para a associação e para obter fundos de pesquisa para esses membros” (AIKENHEAD, 2006, p. 13).

A reforma implementada em 1867 na Inglaterra produziu um currículo de ciências para o ensino secundário que marginalizava o uso prático e evitava questões utilitárias. Segundo Seddon⁵ (1991, citado por AIKENHEAD, 2006) esse currículo refletia a recém atingida divisão entre ciência e tecnologia e reforçava ideologias de classe social que favoreciam classes superiores, o que enfatizou o elitismo nas escolas de ciências. A ênfase no treinamento mental ajudou a incluir as disciplinas científicas em um currículo escolar já lotado. No final do século XIX, apesar do caráter universal da educação na Inglaterra, do pouco de ciência que era ensinado, não havia nada de valor peculiar ou pessoal para o cidadão comum, sem pretensões para a carreira científica (SOLOMON, 1993).

Nos Estados Unidos da América a organização do currículo escolar de ciências teve início em 1890, diante de um contexto de debate entre defensores da ciência para a cidadania e aqueles que defendiam um treinamento mental e pré-profissional para a elite. O segundo grupo venceu e, por volta de 1910, o currículo americano tornou-se um reflexo do modelo britânico. Segundo Aikenhead (2006) as ideologias por trás desse tipo de currículo se tornaram o *status quo* para o currículo escolar em todo o mundo e, desde então, não mudaram muito, apesar das tentativas de implantação de currículos mais humanistas que ameaçavam o privilégio social que beneficia uma elite de estudantes matriculados nos currículos tradicionais.

⁵ SEDDON, R. Rethinking teachers and teacher education in science. **Studies in Science Education**, v.19, p.95–117, 1991.

Segundo Aikenhead (2006) os movimentos para implantação de currículos mais humanistas emergiram de pensadores como Dewey⁶ (1916) e Benjamin⁷ (1939) que inspiraram os educadores em ciências a buscar desenvolver capacidades de participação cidadã dos estudantes em um mundo cada vez mais afetado pela ciência e tecnologia. Quando esses educadores abraçaram a responsabilidade social, engendrada pelo ambientalismo e pela sociologia das ciências emergente, esse ensino mais humanístico se tornou identificado posteriormente com o movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade - CTS (ZIMAN, 1980⁸ citado por AIKENHEAD, 2006). Segundo Santos,

No início do século XX, a alfabetização ou letramento científico começou a ser debatido mais profundamente. Desses estudos iniciais, pode-se destacar o trabalho de John Dewey (1859-1952), que defendia nos Estados Unidos a importância da educação científica. Esses estudos passaram a ser mais significativos nos anos de 1950, em pleno período do movimento cientificista, em que se atribuía uma supervalorização ao domínio do conhecimento científico em relação às demais áreas do conhecimento humano. A temática tornou-se um grande slogan, surgindo um movimento mundial em defesa da educação científica (SANTOS, 2007, p. 474).

Segundo Solomon (1993) na década de 1930, a ciência parecia ser de grande valor para o povo, principalmente o cidadão oprimido. Cientistas humanistas da época ainda não desafiavam o conhecimento científico. Eles acreditavam na libertação pessoal e social pela ciência e que esta possuía uma moralidade que a colocava ao lado dos oprimidos. Mesmo após a Primeira Guerra Mundial e a morte de milhares de soldados devido à produção de armas químicas, os cientistas responsáveis pela produção dos gases tóxicos utilizados nos ataques não foram responsabilizados por sua atuação. Essa situação só mudou após a Segunda Guerra Mundial devido principalmente a dois motivos: 1) os melhores cientistas da Europa foram reunidos em Los

⁶ DEWEY, J. **Democracy and education**. New York: Macmillan; BENJAMIN, H. (1939). **The saber-tooth curriculum**. New York: McGraw-Hill. 1916.

⁷ BENJAMIN, H. (1939). **The saber-tooth curriculum**. New York: McGraw-Hill. 1916.

⁸ ZIMAN, J. **Teaching and learning about science and society**. Cambridge: Cambridge University Press. 1980.

Alamos para produzir a bomba atômica. O próprio Oppenheimer⁹ declarou que sempre haveria cientistas prontos a trabalhar nisso, o que sugere que a própria atividade científica poderia ser responsabilizada pelas suas consequências nefastas; 2) após a Segunda Guerra Mundial surgiram organizações, tais como a *International Pugwash Conference*¹⁰ e a *British Society for Social Responsibility*, que passaram a tratar da responsabilidade científica.

Sismondo (2010) discute como questões relacionadas à tecnologia originaram muitos movimentos de crítica à ciência, especialmente após o uso de armas nucleares em Hiroshima e Nagasaki, em 1945. Segundo esse autor, alguns engenheiros e cientistas envolvidos no desenvolvimento de armas produziram o “*The Bulletin of the Atomic Scientists*” para alertar sobre os perigos das tecnologias militares e industriais. Outras questões importantes foram o uso da genética para apoiar o nazismo na Alemanha, o Lysenkoísmo¹¹ na Rússia e a reavaliação da neutralidade científica e da produção do conhecimento por parte dos filósofos da ciência (SOLOMON, 1993).

Nos anos pós-guerra a questão ambiental ganhou importância, sobretudo devido a problemas relacionados à poluição e à publicação do livro *Silent Spring* (1962) de Rachel Carson que denunciava a mortalidade de pássaros e borboletas devido ao uso abusivo do DDT. Grupos ambientalistas passaram a exigir maior transparência sobre as atividades científicas, o que resultou no *Freedom of Information Act*, em 1967, no Reino Unido. Outro incentivo para uma nova educação em ciências veio como o relatório de um grupo de intelectuais, economistas e empresários do Clube de Roma¹², *The*

⁹ Julius Robert Oppenheimer foi um físico norte americano diretor do Projeto Manhattan, destinado a ao desenvolvimento da energia nuclear com fins militares.

¹⁰ *International Pugwash Conferences on Science and World Affairs*, iniciada em 1955, em resposta às ameaças nucleares originadas pela escalada armamentista dos Estados Unidos da América e União Soviética (SISMONDO, 2010, p.10).

¹¹ Segundo Brown (2009, p.15) o Lysenkoísmo refere-se às propostas equivocadas de reforma agrária difundidas por Trofim Lysenko, que promoviam noções relacionadas ao Lamarckismo. O Lysenkoísmo representou a subordinação da ciência livre de valores à ideologia política e foi considerado um caso extremo de modelação social da ciência.

¹² “O Clube de Roma é uma organização não governamental surgida em 1968 com o objetivo de abordar assuntos relacionados ao uso indiscriminado dos recursos naturais em escala mundial. Inicialmente foi formado por um grupo de 30 profissionais tais como empresários, diplomatas, cientistas, educadores, humanistas, economistas e altos funcionários governamentais de dez países. Pelo fato da primeira reunião ter acontecido na Academia dei Lincei em Roma, Itália, ficou conhecido pelo nome ‘Clube de

Limits to Growth, que abordava questões que afligem os ambientalistas até os dias atuais: o uso do petróleo, a explosão populacional e os limites para a produção de alimentos. Uma onda de pessimismo, conhecida como *Doomsday Syndrome*¹³ influenciou o desenvolvimento de cursos CTS na Inglaterra, preocupados com problemas globais (SOLOMON, 1993).

1.3. Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade na Educação: Origens e disseminação pelo mundo.

O movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) surgiu, formalmente, na década de 1960 no Reino Unido, Estados Unidos, Austrália e Holanda e respondia às crises relacionadas às armas nucleares, energia nuclear, degradação ambiental, explosão populacional e biotecnologias emergentes, tendo, assim, a responsabilidade social como uma das principais concepções (AIKENHEAD, 2006). De acordo com esse autor,

O quadro conceitual para a CTS foi atingido por meio da integração de dois amplos campos acadêmicos: primeiro, as interações da ciência e cientistas com questões sociais e instituições *externas* à comunidade científica, e segundo, as interações sociais dos cientistas e seus valores públicos, epistêmicos e ontológicos *internos* à comunidade científica (AIKENHEAD, 2006, p.17, grifo do original; tradução nossa).

As repercussões do movimento CTS, no campo da educação, ocorreram primeiro no Hemisfério Norte e a evolução da abordagem CTS na ciência escolar foi complexa e diferente em cada país (AIKENHEAD, 2003; SANTOS e AULER, 2011). Assim, CTS possui diferentes significados para diferentes pessoas, pois foi desenvolvida por razões importantes, mas historicamente desconectadas (SOLOMON, 1993).

Na Inglaterra, os cursos CTS de nível universitário começaram a ser promovidos, sistematicamente, entre 1967 e 1970. Por volta de 1971, o grupo SISCON -*Science In a Social CONtext* - foi fundado pela Fundação Nuffield. Os

Roma'. Disponível em: <http://www.portaleducacao.com.br/biologia/artigos/20122/o-clube-de-roma-1972> Acesso em: 07/11/2015.

¹³ Síndrome do fim do mundo, possivelmente em referência ao artigo de Maddox J. The doomsday syndrome. *Nature*. Sep 3;233(5314):15-6, 1971.

fundadores desse movimento apenas produziram seus materiais e passaram a ensinar em um enfoque CTS de diferentes formas e para diferentes propósitos sem nunca parar para definir o que eles queriam dizer com o *slogan* CTS. Uma publicação importante na época foi o livro de Ziman, *Teaching and Learning about Science and Society*, publicado em 1980. Voltado para o ensino superior de CTS, o livro definia seis diferentes modelos de ciência em relação ao seu papel na sociedade e rejeitava abordagens simplistas de ensino CTS. A necessidade de uma educação voltada para a reconstrução social e para o empoderamento¹⁴ do cidadão, na Inglaterra, motivou a inclusão de questões CTS nas escolas. O primeiro curso a incluir um forte componente CTS foi o SCISP - *School Concil Integrated Science Project*, 1973 - que abordava questões sobre economia e indústria. Foram poucos os seguidores, mas teve grande influência subsequente. Em 1978, o *SISCON-IN-Schools* teve como foco o ser humano, a natureza falível das ciências, as questões relacionadas à qualidade de vida, os efeitos sociais das novas tecnologias, inclusive armamentos, além de incluir a discussão da ação democrática (SOLOMON, 1993).

Nos EUA, durante os anos 1960, a *National Science Foundation* pretendia melhorar a qualidade de educação em ciências com o objetivo de formar mais cientistas que pudessem se igualar aos russos, em relação às armas nucleares, e aos japoneses, em relação à tecnologia. Posteriormente, essa também seria a motivação para o ensino CTS pelo governo Britânico (SOLOMON, 1993). Os programas CTS universitários, iniciados formalmente em 1969, na *Cornell University* e *Pennsylvania State University*, influenciaram os educadores em ciências, que entraram em contato com essa literatura. Segundo Aikenhead (2003) e Pedretti e Nazir (2011) novos objetivos para a educação em ciências foram propostos por Jim Gallagher nos primeiros anos da década de 1970. Ele defendeu um modelo mais amplo de ensino de ciências que incluísse a compreensão das dimensões conceituais da ciência bem como suas relações com a tecnologia e sociedade.

¹⁴ Do inglês, *empowerment*.

Para os futuros cidadãos em uma sociedade democrática, compreender as inter-relações da ciência, tecnologia e sociedade pode ser tão importante para a compreensão de conceitos e processos da ciência (GALLAGHER¹⁵, 1971, p.337, citado por AIKENHEAD, 2003).

No entanto, segundo Aikenhead (2003) a publicação de Gallagher permaneceu nas sombras após a publicação do artigo de Hurd¹⁶ que delineou a estrutura do currículo de ciências com ênfase CTS.

Até o início dos anos 1980 os educadores em ciências não haviam chegado a um consenso sobre o nome de seu movimento: foi durante o simpósio IOSTE – *International Organization for Science and Technology Education*, em Nottingham, Reino Unido que foi definido como CTS. Essa escolha ocorreu provavelmente por influência do trabalho de Ziman¹⁷, cujo livro se referia frequentemente ao termo “STS” e se tornou leitura obrigatória para educadores da área. Em 1982 foi formado o grupo de pesquisa *STS Research Network*, composto principalmente por professores universitários. A educação CTS representou uma importante mudança na conjuntura da época, pois propunha mudanças abrangentes na educação em ciências. Segundo Aikenhead, outro pesquisador de grande importância para a emergência desse movimento foi Peter Fensham:

Fensham reconheceu que mudança curricular ocorre e responde a mudanças na realidade social. Para CTS, essas realidades incluem [...] Segunda Guerra Mundial, o movimento Pugwash para a ciência para responsabilidade social, o movimento ambiental, o movimento de mulheres, as reformas dos currículos de ciências pós Sputnik, a reação crítica na década de 1970 à esse movimento de reforma, a pesquisa em educação em ciências e aprendizagem dos estudantes, o decréscimo da inscrição nas ciências físicas, uma incômoda persistência de uma minoria de educadores de ciências que apresentam a ciência escolar de uma forma humanística (ao invés da formação pré-profissional elitista por meio de um *pipeline*¹⁸) (AIKENHEAD, 2003, p.2, tradução nossa).

¹⁵ GALLAGHER, J.J. A broader base for science education. **Science Education**, v.55, p. 329-338. 1971.

¹⁶ HURD, P.D. Science, technology and society: New goals for interdisciplinary science teaching. **The Science Teacher**, v.42, n.2, p.27-30. 1975.

¹⁷ ZIMAN, J. **Teaching and learning about science and society**. Cambridge: Cambridge University Press. 1980.

¹⁸ Esse termo indica o tipo de currículo voltado para formar estudantes para ingressar na educação superior.

Nos EUA, o projeto *Science Through STS*, de Roy (2000¹⁹), influenciou na implantação de abordagens CTS nas escolas. No entanto outros projetos com orientação diferente, como o *Project 2061* e o *Standarts* dominaram a pauta do currículo de ciências nesse país e a influência CTS no ensino básico foi reduzida. Uma exceção foi o projeto SEPUP – *Science Education for Public Understanding Project* (AIKENHEAD, 2003).

Ainda na década de 1980, a educação em ciências com ênfase CTS sofreu influência de fontes diversas, tais como os periódicos *Bulletin of Science, Technology e Society* e *Science, Technology and Human Values*; uma série de publicações sobre o tema, a criação de instituições, na América do Norte, dedicadas à abordagens humanísticas na educação científica; o surgimento de diferentes projetos para a educação superior, tais como o SISCO – “Science In A Social Context” e “Science and Society” do Reino Unido; projeto “Knowing and Power”, da Austrália; novos projetos escolares tais como o *Patterns*, o *Science in Society in the UK* e o *SISCO-in-Schools* do Reino Unido; o projeto *Science: a way of knowing*, do Canadá; e o projeto *PLON*²⁰ da Holanda; e, finalmente, o surgimento do projeto *science/technology/society*”, de iniciativa de profissionais dos estudos sociais para ajudar professores, estudantes e outros a lidar com as questões sociais ligadas à ciência. O papel da tecnologia nos programas aumentou progressivamente, visto que, no início desse movimento, muitos educadores abordavam as relações entre ciência e sociedade, mas não se sentiam confortáveis com a inclusão da tecnologia, por considerá-la uma “ciência aplicada” (AIKENHEAD, 2003).

No Brasil, antes da década de 1990 já havia materiais didáticos que tratavam das implicações sociais da Ciência e Tecnologia. Entretanto, só a partir desse período começou o emprego da sigla CTS em pesquisas e materiais didáticos (SANTOS, 2011). Entre os anos de 1997 e 2002, houve significativo crescimento na linha de pesquisa, com grande expansão nos

¹⁹ ROY, R. Real Science Education: Replacing " PCB" with S(cience) through STS throughout All Levels of K-12 " Materials" as One Approach In: KUMAR D. and CHUBIN D. (Eds.) **Science, Technology, e Society Education: A Sourcebook on Research and Practice**. Kluwer Academic Press, 2000.

²⁰ “Project Leerpakket Ontwikkeling Natuurkunde” ou seja, Projeto de Desenvolvimento Curricular em Física.

últimos anos (CACHAPUZ et al. 2008). Nos anos 2000, surgiu um movimento de organização de seminários ibéricos de CTS no ensino de ciências e mais recentemente, essa linha de pesquisa tem ganhado importância na América Latina, em especial no Brasil, com um aumento no número de trabalhos brasileiros apresentados no II Seminário Ibero-Americano Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências (II SIACTS) no ano de 2010 (SANTOS e AULER, 2011).

Santos e Auler (2011) reuniram diferentes trabalhos que mostram o estado da arte da educação CTS no Brasil e Ibero-América, incluindo textos voltados para a reflexão teórica e estudos empíricos do campo.

Os trabalhos teóricos abordam os diferentes significados da educação CTS, a atualidade da área e necessidade de recontextualização da mesma e necessidade de ampliar o foco e envolver processos de tomada de decisão participativos (SANTOS, 2011). Cachapuz (2011) discute as relações entre ciência, poder e democracia e argumenta que a compreensão de tais relações pode contribuir para a cultura científica e para uma melhor compressão das questões sociais. Auler (2011), baseado no trabalho de Paulo Freire, procura inovar o campo CTS com o objetivo de uma educação que fomente a participação. Dagnino, Silva e Padovanni (2011) discutem a lentidão da educação CTS e reforçam a necessidade de engajamento das comunidades voltadas para a educação CTS na formação profissional. Martins e Paixão (2011) discutem a importância da educação CTS para formação para a participação democrática e desenvolvimento sustentável. Destacam a necessidade de uma educação que estimule um papel mais ativo dos estudantes na sociedade e a necessidade da articulação das relações entre ciência, tecnologia e sociedade na educação CTS. Vilches, Gil Pérez e Praia (2011) debatem as afinidades entre o movimento CTS e CTSA e a importância da educação para o desenvolvimento sustentável. Alonso *et al.* (2011) comparam os estudos em CTS do Brasil e outros países do Projeto Ibero-Americano de Avaliação de Atitudes Relacionadas com a Ciência, Tecnologia e Sociedade (PIEARCTS). Porro e Arango (2011) discutem as desigualdades de gênero na didática das ciências e a importância de que a educação CTS contribua para divulgar a participação feminina na ciência.

Os estudos empíricos também discutem uma variedade de abordagens: Firme e Teixeira, (2011) realizaram um estudo sobre argumentação em sala de aula por meio de uma abordagem CTS. Silva, Oliveira e Queiroz, (2011) realizaram um estudo de caso, sobre mortandade de peixes, para avaliar a opinião dos estudantes em relação à metodologia de ensino. Sierra *et al.* (2011) utilizaram os fundamentos de Paulo Freire associados à educação CTSA para abordar uma questão sociocientífica com estudantes adultos do ensino supletivo. Bernardo, Vianna e Silva (2011) estudam a abordagem CTS para tratar de questões sociocientíficas no ensino de Física. Dentre os desafios para essa abordagem estão as limitações e falta de flexibilidade curriculares. Duso e Borges (2011) utilizam a metodologia de projetos voltada para a educação CTS, para abordar o aquecimento global. Terneiro Vieira e Vieira (2011) discutem um estudo que envolveu a produção, implantação e avaliação de materiais didáticos com foco na educação CTS e no Pensamento Crítico, mostrando os vínculos entre ciências físicas, naturais e matemática e a possibilidade de ensino voltado a cidadania. Capelo e Pedrosa (2011) abordam a formação inicial de professores para a cidadania e tomada de decisão por meio de temas ligados ao desenvolvimento sustentável.

Como podemos perceber, há uma diversidade de abordagens no campo CTS. Um panorama dos estudos CTS no Brasil também pode ser encontrado na pesquisa realizada por Strieder (2012) cujos resultados apontam para uma falta de consenso em relação à perspectiva educacional que norteia o enfoque CTS no Brasil.

Strieder (2012) analisou a produção CTS na área de Pesquisa em Ensino de Ciências recente, identificou e caracterizou as abordagens CTS na educação científica brasileira. Foi analisada a produção sobre CTS no campo do Ensino de Ciências em duas perspectivas: os trabalhos sobre abordagem CTS/CTSA apresentados nas seis primeiras edições do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), de 1997 a 2007 e trabalhos de revisão sobre o tema. Foram identificados dois planos de análise e os respectivos parâmetros: o primeiro plano refere-se às perspectivas de discussão das relações CTS organizadas nos seguintes parâmetros: racionalidade científica, desenvolvimento tecnológico e participação social. O

segundo plano refere-se às perspectivas educacionais e seu objetivos, que visam desenvolver percepções, questionamentos e compromissos sociais. Em relação aos trabalhos dos ENPECs, a pesquisadora identificou quatro perspectivas de investigação: 1) levantamentos e análises de concepções; 2) análises de materiais didáticos; 3) pesquisas e revisões teóricas e 4) análises de propostas elaboradas e/ou implementadas (STRIEDER, 2012).

1.4. Categorizações de currículos e correntes CTS.

Baseado em Fensham²¹, Aikenhead (2003) elaborou um esquema com oito categorias, que representou um espectro de significados encontrados nos cursos e programas CTS (Quadro 1). Esse espectro expressa a importância relativa conferida ao conteúdo de acordo com dois fatores: (1) a estrutura do conteúdo - a proporção de conteúdo CTS versus o conteúdo canônico da ciência e (2) apreciação dos estudantes - ênfase relativa no conteúdo CTS versus conteúdo canônico da ciência. A categoria 1 representa o conteúdo com a menor prioridade CTS em que tal conteúdo é incluído apenas como fator motivacional. A importância do conteúdo CTS aumenta gradativamente até a categoria 8, na qual a maior prioridade é o conteúdo CTS (AIKENHEAD, 2003).

Quadro 1: Categorias de CTS na ciência escolar.

1. Motivação pelo conteúdo CTS
2. Inserção ocasional de conteúdo CTS
3. Inserção proposital de conteúdo CTS
4. Disciplina Singular por meio de conteúdo CTS
5. Ciência por meio de conteúdo CTS
6. Ciência juntamente com o conteúdo CTS
7. Inserção de ciência em conteúdo CTS
8. Conteúdo CTS

Fonte: Aikenhead (2003)

²¹ FENSHAM, P.J. Approaches to the teaching of STS in science education. *International Journal of Science Education*, v.10, p. 346-356, 1988.

Segundo Santos,

Essa classificação destaca a polarização entre o ensino de Ciências Naturais e o ensino de Ciências Humanas, em que os currículos com enfoque CTS teriam uma variação da ênfase na abordagem em torno desses dois polos (SANTOS, 2011, p. 29).

Outro tipo de categorização foi proposto mais recentemente por Pedretti e Nazir (2011). Após análise da literatura dos últimos 40 anos, usando como critérios o foco dos trabalhos, os objetivos da educação em ciências, abordagens dominantes e estratégias, as autoras sintetizaram sua análise em seis correntes em educação CTSA²²: aplicação/planejamento, histórica, raciocínio lógico, centrada em valores, sociocultural e ligada à “ecojustiça-social” (Quadro 2).

Corrente ligada à aplicação/planejamento: Enfatiza a ligação entre ciência e tecnologia e solução de problemas utilitários. Os críticos dessa corrente afirmam que ela reforça a ideia de que a tecnologia é uma parte necessária da sociedade e que há soluções técnicas para muitos problemas das sociedades. Também reforça a noção de ciência objetiva e livre de valores. As atividades didáticas tendem a simplificar demais o processo de *design* tecnológico e podem confundir processos da ciência e tecnologia.

Corrente histórica: Enfatiza a ciência como uma empreitada humana. Endossa o uso da história e da filosofia das ciências na educação em ciências com um foco na utilização dessas questões para o ensino mais autêntico da natureza das ciências. No entanto, há críticas a esse tipo de abordagem pelo risco de fomentar uma visão distorcida da ciência pelo uso da pseudo-história, ênfase na história dos vencedores e reforço de estereótipos e mitos da ciência.

Corrente do raciocínio lógico: Baseia-se nos seguintes princípios: 1) qualquer questão sócio-técnica pode ser tratada por meio da consideração da ciência por trás da questão e do raciocínio lógico; 2) a compreensão racional sobre questões científicas está ligada à tomada de decisão. Uma das principais críticas a essa corrente diz respeito à existência de fatores não lógicos por trás da tomada de decisão (valores, questões políticas; emoções, etc.).

²² As autoras optaram pelo uso do termo CTSA, Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Para uma discussão sobre a inclusão da letra A, de ambiente, à sigla CTS, ver Vilches, Pérez e Praia (2011).

Corrente centrada em valores: Considera explicitamente os aspectos éticos e morais em uma busca de preencher uma falha lacuna da educação CTSA, que não trata adequadamente desses aspectos. Nessa linha, um dos modelos é o chamado “questões sócio-técnicas”, de Dana Zeidler e colaboradores, que enfatiza o desenvolvimento moral dos estudantes. Esse modelo também é sujeito a críticas pois não há consenso sobre os valores universais.

Corrente Sociocultural: Evidencia os aspectos socioculturais e sociopolíticos da ciência e da educação científica. Na questão sociocultural, a ênfase é a alienação de estudantes de minorias pertencentes a culturas não-ocidentais. Além disso, enfatiza a ideia de que a ciência é apenas uma forma de conhecimento dentre outras, o que é alvo de críticas.

Corrente ligada à “eco-justiça” social: O foco dessa corrente está na compreensão dos impactos da ciência e tecnologia sobre a sociedade e ambiente e também na crítica e busca de solução desses problemas por meio da agência e ação humanas. Essa corrente estimula a formação de ativistas e a abordagem de fatores políticos e econômicos que influenciam a ciência. Atividades são desenhadas para apelar ao senso de justiça dos estudantes e motivá-los a pensar criticamente sobre problemas ligados à CTSA. Há duas abordagens principais nessa corrente: A primeira baseia-se na análise de situações próximas aos estudantes; a segunda envolve a aplicação de princípios democráticos para lidar e fazer escolhas a respeito de problemas decorrentes da ciência e tecnologia. Essa corrente também enfrenta desafios, como, por exemplo, a necessidade dos professores produzirem atividades que se situem no limite entre doutrinação e empoderamento dos estudantes.

Segundo as autoras, esse trabalho levou à construção de uma tipologia que reflete diferentes orientações teóricas e práticas. As correntes CTSA apresentadas podem coexistir, se sobrepor e ser utilizadas em harmonia. Para as autoras,

A metáfora das correntes parece apropriada. Nós concebemos a educação CTSA como um vasto oceano de ideias, princípios e práticas que se sobrepõem e se misturam umas às outras. Não há correntes mutuamente excludentes, mas sim correntes discerníveis ou coleções de ideias que se juntam para formar rotas potenciais disponíveis para professores e acadêmicos que navegam nas águas CTSA (PEDRETTI e NAZIR, 2011).

Consideramos que é difícil encaixar essa pesquisa com licenciandos do PIBID em apenas uma das correntes²³, mas, ela alinha-se principalmente com a última delas, da “Eco-justiça” social por considerarmos a importância do ensino de controvérsias tanto por possibilitar a compreensão dos impactos da ciência e tecnologia sobre a sociedade e ambiente e também pelo seu potencial para crítica desses problemas e discussão de possíveis soluções por meio da agência e ação humanas.

²³ Da perspectiva da Teoria Ator-Rede, o principal referencial teórico utilizado nesse trabalho, é difícil encaixá-lo em qualquer uma das correntes. O termo CTS indica uma suposta separação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Há tendência de purificação dentre as próprias correntes. (ALLAIN, 2016, comunicação pessoal).

Quadro 2: Correntes em Educação CTSA.

CORRENTE	FOCO	CRÍTICAS
Aplicação/ planejamento	Enfatiza a ligação entre ciência e tecnologia e solução de problemas utilitários.	Enfatiza a ideia de que a tecnologia é uma parte necessária da sociedade e que há soluções técnicas para muitos problemas das sociedades. Reforça a noção de ciência objetiva e livre de valores. Atividades didáticas tendem a simplificar demais o processo de <i>design</i> tecnológico e podem confundir processos da ciência e tecnologia.
Histórica	Enfatiza a ciência como uma empreitada humana e o uso de questões históricas e da filosofia das ciências na educação em ciências.	Tende a enfatizar histórias de sucesso ou de “heróis”. Atividades podem ser involuntariamente baseadas em relatos históricos questionáveis o que pode reforçar estereótipos e aspectos míticos da ciência.
Raciocínio lógico	Valoriza a compreensão e resolução racional das questões científicas. Predominam abordagens cognitivas e reflexivas.	Ao invés de promover uma visão humanista da ciência, atividades do tipo de raciocínio lógico, mal construídas, podem, involuntariamente apoiar uma visão fria, linear, mecanicista da ciência, desvalorizar sentimentos e costumes, minar formas alternativas de conhecimento, e alienar determinados grupos de alunos.
Valores	Enfatiza os aspectos éticos e morais para a abordagem de questões sócio-técnicas.	Não há consenso sobre valores universais e sobre a natureza da educação sobre valores.
Sociocultural	Enfatiza os aspectos socioculturais e sociopolíticos da ciência e da educação científica. Enfatiza a ideia de que a ciência é apenas uma forma de conhecimento que não é necessariamente superior a outras formas.	Para alguns, a ciência e os conhecimentos alternativos são filosoficamente opostos e não podem ser combinados para uma educação científica coerente. Abordagens socioculturais tendem a ser superficiais.
“Eco-justiça” social	Enfatiza a crítica e solução de problemas sociais e ambientais por meio da agência e ação humanas. Duas abordagens: 1) preparar materiais ligados ao contexto imediato do aprendiz; 2) atividades nas quais os estudantes apliquem princípios democráticos para lidar com problemas originados da ciência e tecnologia.	Há a tendência de privilegiar uma filosofia baseada nos direitos democráticos do Ocidente. Alguns professores tendem a se sentir desconfortáveis com essa abordagem; outros têm receio do aparente paradoxo ideológico desta corrente que enfatiza emancipação e empoderamento, mas insiste que isso só pode ser alcançado dentro de uma estrutura filosófica específica.

Baseado em Pedretti e Nazir (2011).

1.5. Declínio do movimento CTS ou desdobramento em novos movimentos?

Desde o início, o movimento CTS sofreu críticas e rejeição por parte daqueles mais alinhados à 'ciência pura', que passaram a se preocupar com as possíveis consequências da interferência de leigos e políticos nas questões científicas.

Seus mais severos críticos veem CTS como um desonroso rival para a ciência 'válida'. A CTS, eles dizem, está preocupada com as opiniões dos leigos, os argumentos dos políticos, a economia com fins lucrativos, e as emoções daqueles que sabem pouco sobre ciência. Parece deliberadamente buscar o polêmico e a atualidade e fala sobre eles em termos de paixão, em vez de lógica. Por outro lado nossa ciência tradicional, como eles dizem, procura silenciosamente por verdades eternas sobre Natureza, usando os próprios métodos incorruptíveis da Natureza – experimento desinteressado e matemática incontroversa. É perigoso a CTS corromper a ciência 'pura' que nós herdamos dos grandes cientistas do passado (SOLOMON, 1993, p. 12).

Para Solomon (1993), esse tipo de caricatura não contribui em nada, pois ignora a história do movimento CTS, seus propósitos, porque ele inclui tanto do que parece não científico e é relacionado com problemas e políticas da sociedade.

Segundo Zeidler et al. (2005), há um declínio na ênfase na educação CTS(A) e dentre diversos fatores, isso pode ser atribuído à falta de foco ou base teórica unificante bem desenvolvida. Segundo os autores, isso sugere que a CTS é uma ideia subdesenvolvida em busca de uma teoria. Eles também discutem que na educação CTS professores usam currículos que engajam estudantes devido à sua dimensão social, no entanto, essa abordagem apresenta problemas: 1) a educação CTS consiste de abordagens tão disparatadas como cursos isolados que abordam questões sobre ciência, tecnologia e sociedade ou apenas boxes auxiliares nos livros texto de ciências. 2) Muitas questões abordadas pelo currículo CTS (energia nuclear, aquecimento global) não são estimulantes ou relevantes para os estudantes pois estão distantes de sua experiência pessoal. A educação CTS enfatiza o impacto das questões éticas, mas não considera questões morais ou do

desenvolvimento dos estudantes (SHAMOS²⁴, 1995, citado por ZEIDLER et al., 2005). Ainda segundo Zeidler, a educação CTSA representou um avanço em relação à educação CTS, mas também não trata diretamente o desenvolvimento moral e ético dos estudantes. Tanto CTS como CTSA apenas apontam os dilemas éticos ou controvérsias, mas não necessariamente os exploram com maior aprofundamento.

No entanto, Santos (2011) considera que, apesar do declínio no uso da sigla CTS nas publicações internacionais, o movimento CTS continua ativo, com expansão dos Seminários Ibéricos CTS, que agora são seminários Ibero-americanos. Segundo esse autor, um dos fatores para o declínio do uso da sigla CTS nas publicações internacionais parece ser o uso de novos slogans na educação científica. Alguns exemplos desses novos *slogans* são apresentados por Aikenhead (2003): “*Science for Public Understanding*”, “*Citizen Science*”, “*Functional Scientific Literacy*” e aqueles citados por Pedretti e Nazir (2011) como o movimento “*SSI - sociocientific issues*” e “*Futures studies*”²⁵.

Pedretti e Nazir (2011), ao realizar um mapeamento do campo CTSA, citam uma série de documentos relacionados a reformas educacionais que demonstram, ao longo das últimas duas décadas, um consistente chamado para que a educação em ciências seja mais do que conceitos científicos. As autoras discutem o número significativo de publicações sobre CTSA nas últimas quatro décadas que demonstram um compromisso contínuo com a educação CTSA e o desejo coletivo de mudanças no ensino de ciências. Elas também discutem o surgimento de outros movimentos tais como o movimento das questões sociocientíficas e os “estudos do futuro” que, compartilham princípios, visões e pedagogias semelhantes à educação CTSA, apesar de seus proponentes discordarem disso. Para elas, dentre as características mais marcantes do movimento das questões sócio-científicas está o foco no empoderamento dos estudantes, ao considerar como as questões relacionadas à ciência refletem princípios morais, valores e permitem uma ênfase no desenvolvimento psicológico e epistemológico da criança, além do desenvolvimento do caráter e de virtudes. Já os “estudos do futuro” encorajam

²⁴ SHAMOS, M. H. **The myth of scientific literacy**. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press. 1995.

²⁵ Questões sócio-científicas e estudos do futuro, respectivamente.

os estudantes a explorar alternativas futuras com o objetivo de manter ou melhorar o bem estar da humanidade e a própria capacidade de sustentação da Terra.

Dentre as novas linhas de estudos que tem surgido, aquela das questões sócio-científicas parece ter maior impacto na literatura internacional. Para Zeidler et al. (2002), a expressão “questões sócio-científicas” é mais ampla e engloba muito do que a CTS tem a oferecer enquanto também considera as dimensões éticas da ciência, o raciocínio moral da criança e o desenvolvimento emocional do estudante. Segundo Zeidler et al. (2005) há uma distinção entre o movimento CTS e o domínio das questões sócio-técnicas. Para esses autores a educação CTS típica não parece incorporada em um quadro teórico coerente que considere explicitamente o crescimento psicológico e epistemológico e o desenvolvimento do caráter e dos valores morais dos estudantes. Além disso, o movimento das questões sócio-técnicas leva em conta também os princípios morais. Esses autores consideram que o objetivo primordial da abordagem CTS é aumentar o interesse do estudante em ciências e colocar a ciência em um contexto social. Esse tipo de educação objetiva estimular e promover o desenvolvimento intelectual em relação a questões relacionadas à moralidade e ética bem como a consciência da interdependência entre ciência e sociedade. Dessa forma, uma educação com abordagem SSI (questões sócio-científicas) não serve apenas como contexto para aprender ciências, mas também como estratégia pedagógica com objetivos claros.

No entanto, para Santos (2011), apesar das investigações sobre questões sócio-científicas serem um avanço nas estratégias pedagógicas, *“isso não implica que esses estudos têm coberto toda a gama de aspectos contemplados nos estudos curriculares de CTS”* (p.27), não há avanço na elaboração de materiais curriculares e não se contempla questões mais complexas como as de natureza política. Outra questão abordada por Santos é que não se pode ignorar a importância dos materiais CTS para o ensino de ciências como aquelas discutidas por Aikenhead (2006) em relação à contribuição desses materiais para estudantes da educação básica que apresentam dificuldades com o ensino tradicional de ciências e de Donnelly

(2004) sobre as contribuições desses materiais para o engajamento dos estudantes em atuação política na sociedade. Para Santos (2011)

“apesar de o movimento CTS ter tomado diferentes rumos na sua trajetória histórica e ter entrado em declínio em determinados espaços, ele ainda permanece ativo e pode ser recontextualizado dentro das demandas atuais da educação científica para que ela esteja comprometida com a formação da cidadania para uma sociedade justa e igualitária” (SANTOS, 2011, p.21).

Santos (2011) considera que no atual contexto de crise econômica, mudanças climáticas e necessidade de construção de um novo modelo de ciência e tecnologia, o movimento CTS aparece como um movimento de reconstrução social. Mas ele precisa ser recontextualizado para resgatar seus objetivos iniciais de crítica à neutralidade científica e seu compromisso com seu papel social. Para isso é necessária a ampliação do foco não apenas para as questões ambientais, mas principalmente, para os processos participativos de tomada de decisão.

Coutinho, Matos e Silva (2014) trazem à luz uma possibilidade de recontextualização do movimento CTSA. A partir da análise da classificação proposta por Pedretti e Nazir (2011) (Quadro 2), esses autores apontam uma série de aporias²⁶ dentro do movimento CTSA. Eles questionaram qual é a natureza das relações entre Ciência, Tecnologia Sociedade e Ambiente e discutiram que o movimento CTSA estabeleceu diversos objetivos de ensino a partir de uma compreensão do processo de ensino de ciências, que vão além da educação voltada apenas à transmissão de conteúdos e enfatizaram a ciência enquanto atividade humana. No entanto, as abordagens CTSA acabaram por ensinar exatamente o que se pretendia evitar:

- 1) Ensinar a ciência como conhecimento objetivo e neutro;
- 2) ensinar a Ciência e a Tecnologia como desenvolvimento inexorável da humanidade;
- 3) romantizar ou estereotipar a História da Ciência;
- 4) estabelecer uma concepção estreita

²⁶ Aporia (gr. aporia: impasse, incerteza) 1. Dificuldade resultante da igualdade de raciocínios contrários, colocando o espírito na incerteza e no impasse quanto à ação a empreender. 2. Dificuldade irreduzível, seja numa questão filosófica, seja em determinada doutrina. Em outras palavras, dificuldade lógica insuperável num raciocínio. Uma objeção ou um problema insolúvel: tudo o que faz com que o pensamento não possa avançar (JAPIASSÚ & MARCONDES, 2001).

de racionalidade, tratando assimetricamente o modo de raciocinar de outros povos; e, 5) estabelecer visões universalistas de valores (sejam morais ou epistemológicos) (COUTINHO, MATOS e SILVA, 2014).

Em busca de uma solução, os autores propuseram, ao invés de abandonar o movimento CTSA, buscar possibilidades analíticas que permitam compreender a origem das aporias. Eles recomendaram o uso da Teoria Ator-Rede com a intenção de buscar soluções para essas aporias. Os motivos para essa escolha e a própria teoria serão abordados no capítulo seguinte.

Antes disso, porém, discutiremos em que situações as controvérsias sócio-técnicas têm sido utilizadas no ensino de ciências.

1.6. Controvérsias sócio-técnicas no ensino de ciências – por que utilizá-las?

Uma tendência que vem se esboçando no campo de educação em ciências é a inclusão de temas controversos nos currículos (ALBE, 2009; BADER e THERRIAULT, 2008; BENCZE, CARTER e KRSTOVIC, 2014; CAPELO e PEDROSA, 2011; POULIOT, 2008 e 2009; RICHARD e BADER, 2009). Segundo Albe (2009), isso se justifica por diferentes motivos: seu potencial para uma formação para a cidadania, para abordar questões epistemológicas, as relações entre ciência e sociedade, questões relacionadas à natureza das ciências além de questões éticas e morais e, finalmente, a possibilidade de sua utilização para o desenvolvimento de competências argumentativas entre os alunos. Nas próximas sessões abordaremos essas possibilidades de uso de controvérsias no ensino de ciências.

1.6.1. Controvérsias sócio-técnicas e a formação para a cidadania

A formação para a cidadania é uma das finalidades expressas em pesquisas sobre ensino de ciência e diversos autores sugerem o estudo de controvérsias científicas atuais em uma perspectiva de educação cidadã (ALBE, 2010-2011; BADER e THERRIAULT, 2008; BARRUE E ALBE, 2013; BENCZE, CARTER e KRSTOVIC, 2014; CAPELO e PEDROSA, 2011). Em

uma revisão sobre o tema, Albe (2009) argumenta que, ainda que todas as pesquisas se refiram a uma educação cidadã, poucas explicitam o sentido que eles atribuem a esse tipo de educação e duas opções extremas podem ser identificadas: o empoderamento dos estudantes e melhorar a cultura científica da população.

O termo empoderamento ilustra a tendência de dar poder aos alunos para participar em debates públicos, em tomadas de decisão em questões tecnocientíficas e na configuração da sociedade (ALBE, 2010-11). Abordar questões controversas para o “*empoderamento* dos estudantes” diz respeito a uma finalidade emancipatória. Trata-se de uma educação para a ação social, com construção de situações escolares para a tomada de decisão, para a simulação de debates públicos ou conferências de consenso, para a formação de alunos capazes de compreender a natureza das ciências e avaliar os discursos de especialistas sobre as controvérsias, para proporcionar oportunidades de argumentação em sala de aula com a finalidade de praticar, por analogia, debates democráticos e desenvolver competências argumentativas (ALBE, 2009). O empoderamento de estudantes para agir e fazer diferença na sociedade, também pode ser importante em questões relacionadas ao meio ambiente, como a questão das mudanças climáticas (BADER, 2009) consumo de produtos que ocultam riscos à saúde, como os telefones celulares e cosméticos (BENCZE, CARTER e KRSTOVIC, 2014; POULIOT, 2008).

A abordagem de controvérsias sócio-técnicas como um meio de favorecer a cultura científica da população parece se inserir em uma linha de pesquisa mais relacionada à formação para a alfabetização científica e visa abordar questões epistemológicas (ALBE, 2009). A ênfase aqui é a importância do uso das controvérsias sócio-técnicas como meio de motivar os estudantes a se engajar na aprendizagem de conceitos científicos (LEWIS e LEACH, 2006). Segundo Albe (2009), os leigos confrontados com questões sócio-técnicas podem buscar as informações necessárias por eles mesmos, mas uma incompreensão das bases científicas pode constituir um impasse à identificação das questões chave e conduzir a raciocínios e tomada de decisão inapropriadas.

Há necessidade de alguns conhecimentos para a avaliação, pelos estudantes, do discurso dos especialistas e para a participação em processos decisórios. No entanto, há uma tendência dos estudantes em supervalorizar a noção de prova empírica como a única solução para as controvérsias e em desconsiderar que há outras questões envolvidas. Assim, a aprendizagem voltada para os conceitos não é suficiente e pode levar à formação de estudantes com uma visão deturpada da ciência. Segundo a autora, é necessário desconstruir uma epistemologia realista que leva a considerar as ciências como uma leitura direta da natureza e a se remeter apenas aos especialistas quando confrontados com uma controvérsia da ciência em construção (ALBE, 2009).

Em um trabalho mais recente, com professores na França, Barrue e Albe (2013) sugerem que o termo 'cidadania' não é suficientemente esclarecido e pode apresentar significados distintos. Diferentes visões sobre educação para cidadania foram destacadas pelos professores em estudo: uma educação para cidadania normativa, ligada à civilidade e regras e uma educação para a cidadania emancipatória, cujo objetivo é desenvolver as habilidades dos estudantes, tais como, a pesquisa e a avaliação de informação, a argumentação e o pensamento crítico de forma a permitir que esses estudantes construam opiniões fundamentadas e participem em debates públicos. Esse segundo tipo de visão, de acordo com as autoras, é coerente com os objetivos do empoderamento social dentro do movimento das questões sócio-técnicas.

1.6.2. Controvérsias sócio-técnicas para abordar a natureza das ciências

A introdução de questões controversas no ensino de ciências deve ser acompanhada do desenvolvimento de uma epistemologia renovada que leva a considerar as ciências como práticas humanas e sociais, além da importância das controvérsias na elaboração dos fatos científicos. Assim, os fundamentos positivistas devem ser desafiados se queremos reorientar as atividades pedagógicas sobre as questões controversas com o objetivo de permitir aos jovens compreender seu mundo e participar de sua configuração (ALBE, 2009).

A discussão de controvérsias sócio-técnicas pode ajudar aos estudantes na compreensão da natureza das ciências, pois serão confrontados com a “ciência em ação”, expressão emprestada de Latour (2000) que se refere à ciência como realmente acontece nos laboratórios, com sua retórica própria, seus instrumentos, seus porta-vozes, sua busca de aliados, seus desvios de interesses e não apenas as “caixas-pretas” mais comumente divulgadas nos livros didáticos, ou seja, um actante²⁷ tão firmemente estabelecido que somos capazes de aceitá-lo como fato consumado (HARMAN, 2009, p. 33).

Em uma pesquisa sobre mudanças climáticas, realizada por Albe (2010-2011), os alunos fizeram referência a um trabalho desinteressado da parte dos cientistas e demonstraram uma percepção de ciência como atividade de coleta de dados efetuada de forma rigorosa e pura, fornecendo provas indiscutíveis. Já o cidadão leigo não parece apto a participar das decisões e as delega aos especialistas, na opinião dos estudantes. Dessa forma, esses alunos reforçaram a dicotomia especialista/leigo. Albe destaca que apesar de os discursos midiáticos se centrarem sobre as causas e consequências dramáticas do aquecimento global, os alunos abordaram as ligações entre clima e energia e levantaram as questões políticas desse problema. Alguns delegaram aos especialistas a solução do problema, representando uma visão tecnocrática da expertise. Outros perceberam os riscos para a democracia de se delegar o poder de decisão apenas aos especialistas. Assim, a discussão das relações entre ciência e política contribui para a formação cidadã dos alunos. Também os incentiva a identificar as situações que lhes permitam assumir o poder e não se submeter ao discurso dos outros, a fazer julgamentos autônomos, a se sentir capazes de participar das decisões e de participar na configuração de seu mundo.

²⁷ Actante é um ator, humano ou não-humano, definido pelo efeito de suas ações. Segundo Latour (2001, p.346) “O grande interesse dos estudos científicos consiste no fato de proporcionarem, por meio do exame da prática laboratorial, inúmeros casos de surgimento de atores. Ao invés de começar com entidades que já compõem o mundo, os estudos científicos enfatizam a natureza complexa e controvertida do que seja, para um ator, chegar à existência. O segredo é definir o ator com base naquilo que ele faz – seus desempenhos – no quadro dos testes de laboratório. Mais tarde, sua competência é deduzida e integrada a uma instituição. Uma vez que, em inglês, a palavra “actor” (ator) se limita a humanos, utilizamos muitas vezes ‘actant’(atuante), termo tomado à semiótica, para incluir não-humanos na definição.

Ao avaliar as concepções sobre natureza das ciências (NdC²⁸) de estudantes universitários e do colegial, em um estudo que abordou a experimentação científica com animais, Zeidler et al. (2002) enfatizam que, com uma compreensão mais robusta da NdC, os estudantes provavelmente abordariam os dilemas morais e éticos de um ponto de vista científico, incluindo a avaliação de evidências. Esse estudo mostrou que estudantes com concepções espontâneas e relativísticas das ciências vão provavelmente descartar o conhecimento científico como irrelevante para a tomada de decisão em relação a dilemas sócio-técnicos, pois eles têm a tendência a distorcer dados, evidências, ou postulados de conhecimento disponíveis para análise.

Na pesquisa de Sadler, Chambers e Zeidler (2004) foi observado que os estudantes, ao analisarem artigos científicos, utilizaram mais suas crenças pessoais do que o mérito científico dos mesmos por não compreenderem o que são dados científicos e como podem ser utilizados no processo de tomada de decisão.

Ao examinar os padrões de raciocínio de professores universitários de diferentes campos, Bell e Lederman (2003) notaram que, ao tomar decisões sobre questões sócio-técnicas, esses professores deram maior ênfase à filosofia e interesses pessoais, aos fatores relacionados à ética, moral e questões sociais, do que ao raciocínio baseado em evidências científicas.

1.6.3. Controvérsias sócio-técnicas para abordar questões éticas e morais

Diferentes pesquisas dão suporte para a eficácia do uso de estudo de casos envolvendo controvérsias sócio-técnicas para fomentar as habilidades de pensamento crítico e o desenvolvimento moral e ético (HOGAN, 2002; SADLER E ZEIDLER, 2004; ZEIDLER et al. 2002).

No estudo realizado por HOGAN (2002), estudantes de nível médio, organizados em oito grupos de discussão, abordaram os impactos relacionados à presença do molusco *Zebra mussel* no Rio Hudson e como tomar decisões sobre a retirada desse molusco do local. Além de identificarem as questões

²⁸ Optamos pelo uso da sigla NdC, em referência à expressão "Natureza das Ciências", ao invés de NOS, utilizada na literatura de língua inglesa.

científicas importantes para o manejo de tais moluscos, os estudantes de um dos grupos enfatizaram os valores como uma dimensão crucial para a tomada de decisão nessa questão ambiental. Dentre as ações propostas pelo grupo, destacam-se: prever efeitos de curto e médio prazo da retirada do molusco e reunir-se com as partes interessadas para negociar sobre as mudanças desejáveis ou não desejáveis. Para isso, os estudantes concluíram que deveriam ser considerados os valores que os usuários atribuem ao ambiente, questões morais sobre a erradicação de espécies, possibilidades de uso do local e preferências pessoais.

Um estudo de Zeidler et al. (2002), com estudantes universitários e do colegial, avaliou as crenças morais e éticas sobre a experimentação científica com animais e revelou uma complexidade do pensamento dos estudantes. Foram comparadas e avaliadas as respostas dadas às seguintes questões: 1) “animais devem ser usados para pesquisa?”; 2) “para vencer uma doença humana, vale a pena o sacrifício ou a destruição de espécies?”; 3) “deve-se permitir que cientistas ou estudantes façam experimentos com animais vivos?”; 4) “há diferenças morais entre usar animais em testes de consumo para comida, pesquisa, vestuário?”. Os autores observaram que as respostas variam e podem ser influenciadas pelos pares e por considerações científicas, religiosas, sociais ou morais. Por exemplo, em resposta à primeira questão, os estudantes mais jovens são menos céticos e têm mais confiança em relatórios “oficiais”, além de serem mais influenciados pelos seus pares. As respostas à segunda questão, são influenciadas por considerações científicas, religiosas e sociais. Sobre a pesquisa com animais vivos (questão 3), alguns alunos consideraram-na aceitável em caso de último recurso para a cura de uma doença, outros não aceitariam por considerar que os animais são tão sensíveis à dor quanto os humanos.

Sadler e Zeidler (2004) realizaram entrevistas com estudantes universitários, para avaliar como sua percepção da moralidade influencia suas decisões em relação a questões sócio-técnicas relacionadas à terapia gênica e clonagem. Os entrevistados responderam a questões sobre terapia gênica para a Deficiência Imune Severa Combinada e outras doenças. Também responderam a questões sobre clonagem em diferentes contextos, incluindo

clonagem reprodutiva e terapêutica. Os resultados mostraram que há uma tendência dos estudantes em tratarem as questões da engenharia genética como problemas morais que têm influência importante em suas escolhas. Eles apresentaram três grandes categorias de tomada de decisão moral: 1) raciocínio moral que leva em conta as consequências de suas escolhas e os princípios ou diretrizes morais; 2) escolha moral baseada em emoções e 3) escolha por meio de uma intuição moral sobre o que seria certo ou errado. Um exemplo de tomada de decisão baseada em raciocínio moral é a decisão sobre a clonagem terapêutica, que foi aceita pela maioria dos estudantes. Já a clonagem para recriar pessoas de sucesso foi aceita por apenas um estudante.

1.6.4. Controvérsias sócio-técnicas para desenvolver as competências argumentativas dos alunos

As controvérsias sócio-técnicas podem ser usadas também para desenvolver as competências argumentativas dos alunos (ALBE, 2005, ALBE, 2006; ALBE E GOMBERT, 2012; BADER e THERRIAULT, 2008; POULIOT, 2009; ZOHAR e NEMET, 2002). Alguns autores discutem, em referência a Latour e Woolgar (1997), o papel da argumentação e das práticas discursivas na elaboração das ciências (ALBE, 2005, 2006, 2009).

Cunningham e Helms²⁹ (1998 citado por BADER e THERRIAULT, 2008) propõem que os professores abordem questões oriundas da sociologia da ciência tais como as negociações típicas das práticas de pesquisa científica e os processos de crítica pelos pares. Eles sugerem que os professores percam o medo de abordar controvérsias científicas em classe, pois elas contribuem para provocar debates sobre as ligações entre ciência e sociedade, para elucidar os interesses e debates, internos e públicos, levantados pelas ciências e esclarecer questões epistemológicas dos saberes científicos. Esse processo pode contribuir para melhorar a argumentação nas aulas de ciências.

Albe (2009) enfatiza que pouco é feito em sala para promover o diálogo e a discussão e o discurso é orientado e frequentemente dominado pelo professor. Nesse sentido, o ensino de controvérsias sócio-técnicas, para o qual

²⁹ CUNNINGHAM, C. M., HELMS, J. V. Sociology of science as a means to a more authentic, inclusive science education. *Journal of Research in Science Teaching*, v.35, n.5, p.483-499, 1998.

os programas recomendam a realização de debates em sala, podem constituir uma ruptura se comparado a uma prática tradicional de ensino de ciências. Os resultados obtidos por Albe (2005 e 2006), usando dramatização sobre os perigos do telefone celular, demonstram a possibilidade de uso de controvérsias para o desenvolvimento das capacidades argumentativas dos alunos.

Em um desses estudos, (ALBE, 2005) os alunos, divididos em dois grupos, fizeram o papel de advogados de acusação e defesa, em um processo em que um empregado processa seu empregador por problemas de saúde supostamente provocados pelo uso do celular. Eles receberam documentos com resultados de pesquisa para consulta e construção de seus argumentos de acusação ou defesa. A pesquisadora concluiu que os alunos se engajaram na problematização da controvérsia e a evidência é considerada um elemento central na sua resolução, o que revela uma abordagem voltada para uma epistemologia empírico-realista. A discussão da controvérsia em pequenos grupos conduz à uma co-elaboração dos conhecimentos, mas os resultados divergiram nos dois grupos: O grupo 1, que defendeu a tese do risco do uso do celular, conseguiu fazer uma problematização da controvérsia, baseando-se nos documentos para consulta, cujos dados lhes favoreciam. O grupo 2, ao contrário, teve dificuldades em conseguir provas empíricas para defender o uso do celular. Nesse caso as discussões não visaram problematizar a controvérsia: eles discutiram com o objetivo de ganhar o processo, e evocaram a necessidade de inventar provas e usar argumentos para persuadir o outro grupo. Isso foi considerada uma falha da dramatização e a autora sugeriu uma redefinição da atividade, com o uso de documentos de fontes diversas, e não apenas resultados de pesquisa, a fim de que os alunos elaborassem, juntos, um conjunto de questões comuns a serem colocadas para os especialistas e contra-especialistas, como acontece nas conferências de cidadãos.

O trabalho de Zohar e Nemet (2002) examinou o ensino de habilidades de argumentação no contexto de estudo de temas controversos em genética humana como, por exemplo, a escolha ou não de um aborto após um diagnóstico de uma doença hereditária. Os autores concluíram que o ensino explícito desses dilemas contribui para a argumentação em sala de aula.

O estudo empírico realizado por Albe e Gombert (2012) com estudantes franceses da 12ª série, com uma atividade interdisciplinar sobre o aquecimento global, usou a estrutura de um debate em sala de aula na forma de uma conferência de cidadãos. O objetivo desse trabalho foi explorar as potenciais inter-relações da educação em ciências, da educação para a cidadania, e educação ambiental. Dentre as atividades realizadas, destacaram-se: a sessão coletiva e debate sobre o documentário " Uma verdade inconveniente ", a simulação de uma conferência de cidadãos sobre o aquecimento global na qual os alunos foram convidados a desempenhar diferentes papéis: o papel de especialistas que apresentaram a tese do IPCC sobre o aquecimento global , o papel de especialistas que apresentaram uma tese alternativa sobre o clima e o papel de cidadãos que questionaram ambos os especialistas. Cada grupo de estudantes recebeu documentos específicos, que foram construídos pela equipe de pesquisa interdisciplinar após uma análise social e epistemológica do aquecimento global de acordo com os quadros teóricos e metodológicos dos *Science Studies*³⁰, propostos por Bruno Latour. Foram avaliados a comunicação, a argumentação e o conhecimento dos estudantes sobre o aquecimento global. Dentre os resultados, a pesquisa sugere que as intervenções específicas sobre questões sociocientíficas podem permitir práticas de argumentação em sala de aula e incentivar os alunos a participarem como cidadãos nas decisões sobre esse tipo de questão.

1.6.5. Controvérsias sócio-técnicas para discutir as relações ciência-sociedade

Em relação ao uso de controvérsias, no ensino de ciências, para a discussão das relações ciência-sociedade, há uma grande diversidade de abordagens, mas com frequência, ciência e sociedade são percebidos como universos separados onde os modos de relação consistem em influências mútuas (ALBE, 2009). Segundo Albe, em diferentes pesquisas destaca-se uma forte tendência: os fundamentos epistemológicos são os mais frequentemente

³⁰ *Science Studies* é um campo de pesquisa interdisciplinar que busca estudar as relações entre a prática científica e o contexto social, histórico e filosófico.

implícitos mesmo se está presente a ideia de considerar as ciências como construções sociais.

“Se numerosas pesquisas sublinham a interdependência das ciências e da sociedade, as relações descritas são frequentemente sobre o modo de interações recíprocas entre dois universos separados. Os pontos de vista sobre o social ou a cidadania, essa última constituindo a finalidade educativa que todos os pesquisadores mencionam, são raramente explicitados e podemos considerar que em certas pesquisas a sociedade é de alguma forma ‘naturalizada’, ou seja, considerada como uma entidade constituída” (ALBE, 2009 p.103).

Como veremos no capítulo 2, A Teoria Ator-Rede discute a co-produção entre ciência e sociedade.

A seguir, discutiremos algumas pesquisas em educação em ciências que têm utilizado aportes dos *Science Studies* como referencial teórico. O movimento surgido em meados do século XX, em decorrência de reflexões sobre as ideias de Tomas Kuhn e ficou marcado pelos debates sobre a ciência e sobre estudos sociais do conhecimento (SILVA, 2010).

Diferentes estudos buscam abordar negociações sociais entre membros de uma comunidade científica abordando, por exemplo, a noção da incerteza e o ensino das características da “ciência de fronteira” (BINGLE e GASKELL, 1994); pesquisas sobre o uso de simulação de painéis de consenso sobre questões sócio-técnicas (KOLSTØ, 2000); o papel da argumentação para o estabelecimento do consenso na ciência e também os aspectos sociais da ciência como práticas de publicação (KOLSTØ, 2001); o papel da argumentação no estabelecimento de um consenso na ciência (ALBE, 2005; 2006; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, BUGALLO RODRÍGUEZ e DUSCHL, 2000; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE e PEREIRO-MUÑOZ, 2002). Da mesma forma, as ciências escolares deveriam tratar das incertezas e limites dos saberes científicos.

Bader e Therriault (2008) afirmam que alguns conceitos oriundos da sociologia da ciência, têm sido aproveitados nas pesquisas em educação em ciências com a finalidade de conceber práticas pedagógicas inovadoras. Dentre esses conceitos podemos citar a discussão sobre as negociações que ocorrem

entre cientistas, o papel do financiamento da pesquisa, o fato de que os saberes científicos são válidos em um determinado contexto, que os saberes científicos evoluem segundo as tecnologias disponíveis e são portadores de orientações ideológicas e de valores.

Outro exemplo de pesquisa que usa abordagem baseada nos *Science Studies* é o estudo empírico realizado por Albe e Gombert (2012), apresentado na seção 1.6.4, que teve como principal objetivo explorar as potenciais inter-relações da educação em ciências, da educação para a cidadania e educação ambiental. Foi realizado com estudantes franceses da 12^a série e abordou a controvérsia do aquecimento global. Na primeira fase do trabalho foi realizada uma análise da controvérsia usando a metodologia proposta por Bruno Latour, em seu curso sobre controvérsias (LATOUR³¹, 2007, citado por ALBE E GOMBERT, 2012). Esta análise permitiu o desenvolvimento de recursos a serem utilizados em sala de aula, tanto para professores e alunos, na fase seguinte da pesquisa. Para as autoras, a análise da controvérsia teve como objetivo identificar os modos de produção de conhecimento nessa situação: os dados envolvidos, os pressupostos discutidos e teorias mobilizadas. Segundo elas, para a descrição de uma controvérsia é importante que sejam identificadas as áreas de pesquisa, os campos de especialização, as instituições em que os cientistas trabalham, os financiadores e os conhecimentos produzidos. É necessário também analisar as situações de interlocução entre os produtores de conhecimento, que podem ser mais ou menos polêmicas. Essas interações podem servir para identificar aliados, porta-vozes, adversários e objetos em que as controvérsias residem. Outras informações importantes de se identificar são: os experimentos de instituições científicas, as campanhas publicitárias na imprensa e em programas de TV, as comissões de pesquisa, os debates públicos organizados pelo Estado, como as conferências de cidadãos ou referendos, a mobilização dos cidadãos, as petições, etc. Segundo as autoras,

Não há uma resposta única que possa fechar a controvérsia, e a ciência não pode fornecer "a verdade". Ao lidar com controvérsias

³¹ Latour, B. **Cours de description des controverses**. Website of the Ecole des mines de Paris. 2007. Disponível em: <http://controverses.ensmp.fr>.

sócio-técnicas, o conhecimento está "em construção" e no seio das comunidades, com diferentes referenciais teóricos, metodológicos práticos, ou instrumentais, o conhecimento de cada um pode ser diferente e controverso. [...] Apagar os processos de elaboração de conhecimento, como é feito com o conhecimento estabilizado ensinado nas disciplinas escolares, impediria o desenvolvimento de uma compreensão de tais controvérsias (ALBE e GOMBERT, 2012, p. 665, tradução nossa).

Dentre os resultados do trabalho de Albe e Gombert (2012) os estudantes questionaram o conhecimento científico e as suas dimensões sociais, questionaram a neutralidade dos cientistas e levantaram problemas relacionados às ligações entre ciência, economia, política, financiamento, além dos diferentes interesses envolvidos. Os alunos que representavam o papel de especialistas mostravam a necessidade de dominar o conhecimento e ser politicamente livres e independentes.

1.7. A abordagem de controvérsias sócio-técnicas recentes no ensino de ciências

Além dos trabalhos apresentados anteriormente, decidimos buscar pesquisas que abordassem o ensino de controvérsias atuais que despertaram o interesse da população, por se tratar de questões com possível impacto na vida das pessoas ou questões de grande divulgação na mídia, que têm potencial para serem abordadas em sala de aula. Examinaremos nessa sessão alguns trabalhos recentes a esse respeito, apesar de encontrarmos poucos artigos nesse sentido em busca realizada na plataforma ERIC - Education Resources Information Center³².

1.7.1. Controvérsias sobre o aquecimento global

Segundo Albe (2009), a análise das controvérsias sobre o aquecimento global permite identificar os saberes atualmente em construção, as modalidades de estabelecimento de um consenso entre cientistas e mostra que as questões políticas maiores são explicitamente conectadas à essa questão.

³² A maioria dos artigos com a palavra "Controversy" em seu resumo, está relacionado à controvérsia no ensino de evolução.

Duas tendências podem ser identificadas em relação às posições sobre o aquecimento global: alguns acreditam que o aquecimento global vai provocar um desastre ecológico. Para uma minoria, os céticos, a questão do aquecimento global é uma hipótese. Esses últimos denunciam a fabricação estratégica de um falso consenso científico com fins políticos e apontam os riscos da fragilização dos sistemas econômicos em escala internacional. Dessa forma, esse assunto é um bom exemplo do papel da argumentação, das construções retóricas e das questões sociais na elaboração das ciências. Esse é um tema importante para levantar questões de ordem epistemológica sobre os procedimentos de elaboração dos saberes científicos e a importância das interações sociais nesses processos.

Em uma revisão do tema essa pesquisadora discute que há confusões em relação aos conhecimentos científicos sobre o aquecimento global, mobilizados por alunos de ciências. Por exemplo, há dificuldades sobre mecanismos físico-químicos e confusões entre o aquecimento global e diminuição da camada de ozônio. Os conhecimentos sobre o tema parecem nutridos principalmente pelas mídias. As confusões similares ocorrem também entre os professores de ciências e estudantes universitários. Se os próprios estudantes universitários parecem ter as dificuldades para se posicionar sobre tal questão sócio-técnica, como poderão tratar esta questão na escola?

Em uma pesquisa realizada com estudantes (ALBE, 2010-2011), foi elaborada uma sequência didática de caráter interdisciplinar sobre as mudanças climáticas. O objetivo foi desenvolver uma compreensão das práticas científicas e da imbricação das questões da ciência, tecnologia e sociedade, além de optar por um uso da expertise para a participação em debates públicos. Uma das atividades realizadas foi um debate seguindo o modelo de conferência de cidadãos, com alunos desempenhando o papel de especialistas e cidadãos, dentre outros. Em relação às ligações ciência-política, observou-se que os estudantes têm uma visão de que a expertise é independente de interesses financeiros. Há alunos que percebem as ligações ciência-política e aqueles que negam essa relação e acreditam que o uso político da expertise irá distanciá-los do sistema democrático. Em relação aos interesses envolvidos nas questões científicas, os alunos colocam em questão

a ideia de uma ciência neutra e independente e apontam o perigo dos cidadãos seguirem recomendações dos especialistas já que elas implicam em escolhas políticas maiores que fogem aos cidadãos, mas têm consequências importantes sobre seu modo de vida. Assim, fica evidente que os alunos são capazes de perceber e questionar as ligações entre ciência e política e estão aptos a considerar o papel da expertise e seu uso político. A natureza política da questão do clima foi notada pelos alunos e, no debate realizado, eles abordaram questões sobre escolhas energéticas, modo de vida e do crescimento econômico.

Outro estudo (ALBE e GOMBERT, 2012), mostrou que a realização de uma atividade sobre aquecimento global permitiu aos estudantes envolvidos mobilizar diferentes conhecimentos, de caráter econômico (financiamento da pesquisa, por exemplo), político (Protocolo de Kyoto) e científico (como confinamento de CO₂ no gelo, medições e temperatura e o papel dos dados empíricos, dentre outros). Os alunos foram capazes de perceber a relação entre os diferentes fatores, por exemplo, a relevância da renda e do financiamento para a pesquisa dos cientistas e a necessidade de acordo entre os cientistas. Os enunciados dos alunos centraram-se principalmente em considerações ambientais e cuidados com as gerações futuras e eles discutiram a questão das energias renováveis, o fim do petróleo e o Protocolo de Kyoto. As autoras enfatizaram que os conhecimentos escolares foram pouco mobilizados durante os debates realizados com os estudantes e eles são capazes de relacionar ciência e política.

É necessário advertir o leitor que tratar o aquecimento global como uma controvérsia científica legítima é uma questão controversa. Para Latour (2015³³) o aquecimento global é uma controvérsia espúria, criada com o objetivo de gerar polêmica e adiar a ação³⁴. Nessa “controvérsia”, os cientistas do IPCC acumularam um grande volume de dados, o que não ocorre com os

³³ LATOUR, B. **Scientific Humanities Course**. Week 4: How to deal with controversies? France Université Numerique. Sciences Po. Massive Open Online Course (MOOC), jan-mar. 2015.

³⁴ O mesmo pode ser dito sobre outras controvérsias: do ensino de evolução *versus* design inteligente; a controvérsia em torno dos perigos do tabaco, dos pesticidas, da dioxina, dentre outras. Situações nas quais se pretende respeitar ambos os lados de uma disputa científica, não apenas aquele suportado pelos fatos, podem levar à descrença na ciência, que passa a ser considerada muito controversa (Latour, 2015).

céticos. Ainda segundo Latour, a disputa em torno do aquecimento global tem por objetivo criar a impressão de que o caso ainda está aberto, mesmo quando esse já foi fechado pelos especialistas que têm total concordância sobre o assunto. Segundo ele, a controvérsia em torno do clima é politicamente muito importante e foi falsamente desenvolvida por poderosos interesses. É como se houvesse dois campos científicos: um composto de especialistas que afirmam que a ação humana é responsável pelo que eles chamavam de "aquecimento global". Outro grupo que alega que os humanos não são responsáveis por aquilo que eles chamam de "mudança climática". Esse tipo de "controvérsia" pode ser extremamente popular, especialmente nos meios de comunicação que gostam de ter duas partes no palco da TV como se os jornalistas fossem juízes.

Como resolver esse tipo de situação? Latour (2015) nos alerta sobre a necessidade de considerar quem são os cientistas em quem confiar. Quem são aqueles que publicaram artigos revisados por pares? Depois de fazer isso é possível que os chamados "dois lados" da controvérsia não sejam formados pelo mesmo tipo de especialista e é um erro considerar que há dois lados. Isso não significa que a disputa vai parar, significa apenas que é possível aprender a detectar quem é mais partidário do que quem. E isso é o melhor objetivo que se pode alcançar como um forasteiro, como alguém que avalia a situação de fora.

1.7.2. Controvérsias sobre o telefone celular

Pouliot (2009) estudou o ponto de vista dos estudantes canadenses do ensino colegial (pré-universitário) sobre os papéis sociais das pessoas envolvidas na controvérsia do telefone celular. Apesar de seu trabalho não abordar o aquecimento global, utilizou a abordagem proposta por Callon, Lascoumes e Barthe (2009) que discute a participação de cientistas, políticos e leigos na gestão de questões tecnocientíficas relativas às controvérsias sócio-técnicas.

A autora concluiu que esses estudantes atribuem papéis aos atores (cientistas, industriais, cidadãos e governantes) de acordo com o *modelo do*

*déficit*³⁵, segundo o qual apenas os cientistas seriam capazes de compreender a complexidade das questões tecnocientíficas relativas às controvérsias sócio-técnicas, não cabendo ao público leigo a participação direta na produção de conhecimento. Em outro trabalho (POULIOT, 2011), realizado com estudantes do pós-secundário, chegou a conclusões semelhantes: os estudantes, apesar de competentes para lidar com a controvérsia, reforçam o modelo do déficit, raramente questionam a autoridade dos cientistas e adotam uma posição de subordinação em relação a eles.

Resultados obtidos por Albe (2006), em uma dramatização sobre os perigos do telefone celular, mostram que os estudantes possuem uma concepção de ciências como estabelecimento de verdades, de provas e fatos certos ou uma “cultura da evidência”. Esse tipo de concepção foi herdada do cientificismo e do positivismo e contribui para delegar aos especialistas (cientistas) a decisão frente a uma questão incerta e controversa.

Em uma atividade que envolvia a discussão sobre o perigo do telefone celular (ALBE, 2008), os estudantes universitários estudados mobilizaram os dois registros diferentes: um de caráter empírico – prova; o outro de caráter social. Eles superestimaram o papel da prova e consideraram que com o tempo, os dados empíricos suficientes conduziram os pesquisadores, competentes e independentes de interesses financeiros, a alcançar um acordo sobre a questão. Os alunos apropriaram a noção de validade e confiabilidade, mas igualmente um engajamento epistemológico de caráter empirista e realista no qual a prova é percebida como o elemento chave que resolveria a controvérsia. Isso constitui uma forte dificuldade para a compreensão de controvérsias científicas, pois a maioria dos estudantes considera que a falta de dados origina a controvérsia e a prova empírica seria um elemento chave na resolução da mesma. A demanda de evidências pelos alunos e estudantes universitários parece uma forma de delegação científica do leigo ao especialista, o que é pouco propício à democratização da tecnociência. Assim, a pesquisadora enfatiza a necessidade de um ensino explícito sobre a epistemologia e a sociologia das ciências para modificar esse quadro.

³⁵ Também conhecido como modelo da educação pública que será discutido no capítulo seguinte.

1.7.3. Professores de ciências e a abordagem de controvérsias sócio-técnicas

Para ensinar questões científicas socialmente vivas, os professores se encontram confrontados com incertezas de saberes em construção, controvérsias na pesquisa e na sociedade. Como ensinar a incerteza inerente aos saberes científicos e tratar de questões complexas portadoras de questões sociais, econômicas, políticas, éticas... enquanto o essencial da formação anterior dos professores focalizou aspectos disciplinares e que raramente abordaram a questão da gênese dos saberes científicos? (ALBE, 2009, p.158)

As intenções e práticas dos professores atuantes e em formação constituem um objeto de pesquisas essencial se desejamos explorar as possibilidades do ensino de questões controversas. No entanto esse tipo de pesquisa é mais rara do que aquela realizada com estudantes. Na pesquisa bibliográfica realizada encontramos poucos trabalhos que abordam as controvérsias científicas com professores atuantes ou em formação (ALBE e SIMONNEAUX³⁶, 2002 citado por ALBE, 2009; BADER e THERRIAULT, 2008). Seus resultados podem fornecer embasamento teórico para a elaboração de estratégias de formação visando acompanhar os professores nesse novo desafio.

Em um estudo de Bader e Therriault (2008), uma futura professora, ao ser questionada sobre a tomada de decisão em uma situação controversa envolvendo os alimentos transgênicos, supôs que dois grupos de cientistas iriam defender seus pontos de vista diante de representantes do governo e, desta forma, as autoridades tomariam uma decisão mais informada a este respeito. Ela também mencionou a possibilidade de realização de consultas públicas para tomar tais decisões, mas anteviu alguns inconvenientes. Para ela, quem participa dessas consultas frequentemente é melhor informado sobre o assunto, ou mesmo um militante da causa. Por esse motivo, a professora argumentou que, para defender opiniões diferentes em uma consulta pública, os cidadãos participantes deveriam vir de diferentes extratos da população e de diferentes meios.

³⁶ ALBE, V. ; L. SIMONNEAUX. L'enseignement des questions scientifiques socialement vivas das l'enseignement agricole: quelles sont les intentions des enseignants? Aster, v. 34, p. 131-156. 2002.

As questões controversas entram em conflito com o ensino de conteúdos científicos tradicionais e os professores precisam se adaptar. Em enquetes por questionários (ALBE e SIMONNEAUX³⁷, 2002 citado por ALBE, 2009), os professores mostraram-se favoráveis ao ensino de questões controversas para a formação para a cidadania, para o pensamento crítico e para a inclusão de temas atuais de cunho social. No entanto, eles evidenciaram a necessidade de fazer um trabalho envolvendo diferentes disciplinas e dispor de mais tempo para conduzir esse tipo de atividades. Resultados apresentados em Albe (2009) mostraram que os professores encontram-se divididos: pareciam disponíveis para abordar questões controversas, mas identificaram restrições, como a necessidade de dar prioridade à preparação para exames. Esse tipo de situação pode levá-los a se recusar a tratar esse tipo de tema. Outros professores não se mostraram nem mesmo disponíveis a abordar questões controversas por valorizar mais a transmissão de conteúdos e fatos, por considerar que não foram formados para lidar com isso ou que essa não é sua função. Alguns professores alegaram que esse tema não é prioridade ou que está fora do programa. Outros temiam que o debate poderia gerar conflitos de opinião, entre os alunos, difíceis de serem gerenciados. Alguns professores receavam doutrinar seus alunos e, em nome de uma suposta neutralidade, evitavam questões que envolvessem religião e política. Há, ainda, aqueles que, consideravam as controvérsias apenas como elemento motivador. Outra questão abordada é que a introdução de um tema controverso pode levar a alterações no contrato didático que rege as relações professor-aluno. O professor, antes detentor do saber, passa a ser um conselheiro, um consultor.

Quando há dificuldades com um tema controverso, o professor pode delegar a um especialista a tentativa de resolver a controvérsia. Ele poderia convidar um especialista, considerado o detentor do saber, para sua aula. Se não houver o devido cuidado, não haverá trocas entre especialistas e estudantes, mas apenas perguntas e respostas:

Assim, um especialista pode interferir na classe para fornecer um saber, trazer as respostas, mas não é uma questão de organizar os

³⁷ ALBE, V.; L. SIMONNEAUX. L'enseignement des questions scientifiques socialement vives das l'enseignement agricole: quelles sont les intentions des enseignants? Aster, v. 34, p. 131-156. 2002.

debates entre especialistas e alunos. Nesse contexto, é possível em sala tratar as questões controversas para as quais o especialista pode finalmente trazer uma resposta científica. [...] A ausência de resposta científica pelo professor aparece como um constrangimento maior onerando o tratamento em classe de controvérsias científicas em debate na sociedade (ALBE, 2009, p. 160-161).

Ao delegar a um especialista a resolução das controvérsias o professor desperdiça a oportunidade de utilizar a situação para trabalhar o caráter incerto da ciência em construção e ajuda a construir uma imagem distorcida da ciência e do trabalho do cientista.

1.7.4. A título de conclusão.

Em resumo, nesse capítulo, discutimos a origem do currículo de ciências e quais as motivações por trás de sua implantação. Abordamos a origem do movimento CTS e sua influência no campo de pesquisa em educação. Também vimos que existem diferentes correntes em educação CTS que coexistem e se complementam. Discutimos que houve um declínio do uso da sigla CTS nas publicações internacionais o que parece ter ocorrido pelo seu desdobramento em novas linhas de estudo, como a linha das questões sócio-técnicas, por exemplo. Apesar disso, o movimento CTS permanece ativo, especialmente na América Latina, mas precisa ser recontextualizado. Finalmente, discutimos o potencial de uso das controvérsias sócio-técnicas para o ensino de ciências e abordamos alguns exemplos de pesquisa nessa área envolvendo estudantes e professores.

No capítulo seguinte abordaremos a Teoria Ator-Rede (*Actor Network-Theory* - ANT³⁸). Como sugerido na seção 1.5 “*Declínio do movimento CTS ou desdobramento em novos movimentos?*” essa teoria tem importante potencial como enquadramento teórico-metodológico para buscar soluções para as aporias do movimento CTSA (COUTINHO, MATOS e SILVA, (2014). Além disso, a ANT tem sido utilizada no estudo de controvérsias recentes (DAROIT, 2007; FARIA, 2014).

³⁸ Optamos pela sigla ANT (do inglês) para manter o sentido original, que remete ao significado “formiga”. Segundo Latour (2008, p.24) “o acrônimo ANT (*Actor-Network-Theory*) era perfeitamente adequado para um viajante cego, míope, viciado em trabalho, farejador e gregário. Uma formiga (*ant*) escrevendo para outras formigas, eis o que condiz mais muito com o meu projeto”.

CAPÍTULO 2. A TEORIA ATOR-REDE COMO REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO PARA O PRESENTE ESTUDO

Afinal, esta mistura de ciência e política é exatamente o que está incorporado na própria noção de antropoceno: por que nós continuamos tentando *separar* o que os geólogos, pessoas sinceras se houver, têm misturado? Na verdade, o espírito da nossa língua tem dito isso o tempo todo, já conectou *húmus*, *humano* e *humanidade*. Nós, os terráqueos, nascemos a partir do solo e ao pó voltaremos, e é por isso que nós costumávamos chamar de "humanidades" são também, de agora em diante, nossas ciências.
(LATOURE, 2011)

2.1. Introdução

A Teoria Ator-Rede³⁹ tem como figura central o antropólogo e filósofo Bruno Latour, um dos mais importantes analistas da antropologia das ciências e da modernidade. Latour teve uma formação jesuíta clássica, fez trabalhos de campo na área de antropologia na Costa do Marfim e posteriormente, iniciou seu programa de “antropologia das ciências” no laboratório de neuroendocrinologia de Roger Guillemin, em San Diego (HARMAN, 2009). Durante o período em que passou no laboratório de Guillemin, Latour usou sua habilidade de antropólogo para observar um grupo de cientistas, como quem estuda os nativos de uma cultura diferente. Assim, ele mudou o foco dos *Science Studies* para a ciência que está em construção. Esse período culminou com seu primeiro livro “Vida de Laboratório”, escrito em parceria com Steve Woolgar (LATOURE e WOOLGAR, 1997).

Além de Latour, participaram no desenvolvimento da Teoria Ator-Rede outros pesquisadores do campo dos *Science Studies*, dentre eles, Michel Callon e John Law. Segundo Latour (2008) a origem da ANT ocorreu pela necessidade de uma nova teoria social ajustada aos *Science Studies* e tecnologia (CALLON e LATOURE, 1981⁴⁰ citado por LATOURE, 2008). O surgimento dessa teoria foi marcado pela publicação de três documentos:

³⁹ Também chamada de antropologia simétrica, sociologia da tradução, sociologia das associações.

⁴⁰ CALLON, M.; LATOURE, B. Unscrewing the big Leviathans: how do Actors Macrostructure Reality. In: **Advances Social Theory and Methodology: Toward an Integration of Micro and Macro Sociologies**. Eds. K. Knorr & A. Cicourel, Londres, Routledge, 1981, p. 277-303.

“*Some Elements of a Sociology of Translation Domestication of the Scallops and the Fishermen of St Brieux Bay*”, escrito por Michel Callon⁴¹; “*On the Methods of Long-Distance Control: Vessels, Navigation and the Portuguese Route to India*” de John Law⁴² e “*The Pasteurization of France*” (LATOUR, 1988).

O terceiro documento, o livro “*The Pasteurization of France*” (LATOUR, 1988) marcou não apenas o início da ANT como também deu início aos estudos sobre controvérsias científicas (PESTRE⁴³, 2006, citado por POULIOT, 2009). Nesse livro, Latour discute as conexões entre ciência, saúde pública e a sociedade francesa do século XIX. Ele argumenta sobre como Pasteur convenceu pessoas e recrutou apoio para manter seu laboratório, como fez expandir, por toda a França, uma rede que incluía médicos, fazendeiros, laboratórios, etc., o que possibilitou o desenvolvimento e a utilização das vacinas. Como a inclusão de diversos atores não-humanos (bactérias, ovelhas, pulgas, ratos), levou a uma reconfiguração da sociedade francesa (LATOUR 1988, LATOUR 2000). Segundo Latour (1994, p.9) “*Toda a sociedade francesa do século XIX vem junto se puxarmos as bactérias de Pasteur*”.

Segundo Latour (2008, p.25), referindo-se aos três trabalhos seminais da ANT, “*foi nesse ponto que os não-humanos – micróbios, ostras, rochas e barcos – se apresentaram à teoria social de um modo novo*”⁴⁴. Desde então, a ANT, também conhecida como sociologia das associações⁴⁵, avançou em diferentes direções, sendo utilizada nos *Science studies* e outros campos, tais como psicologia, saúde, economia, filosofia e educação.

⁴¹ CALLON, M. Some Elements of a Sociology of Translation Domestication of the Scallops and the Fishermen of St Brieux Bay. In: Law, J. (ed) **Power, Action and Belief. A New Sociology of Knowledge?**, 1986, p. 196-229.

⁴² LAW, J. On the Methods of Long-Distance Control: Vessels, Navigation and the Portuguese Route to India. In: Law, J. (ed) **Power, Action and Belief. A Sociology of Knowledge?** Sociological Review Monograph, 1986, p. 234-263.

⁴³ PESTRE, D. **Introduction aux science studies** [Introduction to science studies]. Paris: La Découverte. 2006.

⁴⁴ Para a ANT, os actantes não humanos têm agência assim como os humanos.

⁴⁵ Para diferenciá-la da sociologia tradicional, que Latour trata como sociologia do social.

A seguir, abordaremos, em primeiro lugar, os fundamentos da Teoria Ator-Rede e, posteriormente, as possibilidades de utilizá-la como referencial teórico-metodológico no campo da Educação em Ciências.

2.2. Conceitos básicos: Actantes e Irredução

Dois conceitos básicos na obra de Latour são o de actante e irredução, discutidos no texto “Irreduções”, primeiro trabalho filosófico de Latour e que foi publicado junto do livro “A Pasterização da França” (LATOURE, 1988).

Em primeiro lugar, “o mundo é formado por **actantes**” (HARMAN, 2009, p.14). Um actante pode ser um ator, humano ou não-humano, e é definido pelo efeito de suas ações e não por suas qualidades (LATOURE, 2001). O professor, o aluno, o livro, a carteira, o giz, são todos actantes e estão todos no mesmo nível ontológico. Este princípio pretende romper com a dicotomia entre sujeito humano pensante e o mundo desconhecido lá fora, que é uma das marcas da modernidade. Esse termo foi escolhido no lugar de ator, uma vez que, em inglês, a palavra “*actor*” (ator) se limita aos humanos, e “*actant*” (actante), termo emprestado da semiótica, permite incluir “não-humanos” na definição (LATOURE, 2001, p. 346). Como veremos ao longo do texto, os não-humanos têm tanta importância quanto os humanos nos estudos que utilizam a ANT como referencial teórico.

O segundo conceito importante é o princípio de **irredução**, isto é, nada é por si só redutível ou irreduzível a qualquer outra coisa (LATOURE, 1988, p. 158). Por exemplo, nós nunca poderíamos explicar o fracasso escolar como resultado de uma causa definida, pois segundo o princípio da irredução,

É sempre possível explicar qualquer coisa em termos de qualquer outra coisa - desde que façamos o trabalho de mostrar como uma coisa pode ser transformada em outra, por meio de uma cadeia de equivalências que sempre tem um preço e sempre corre o risco de falhar (HARMAN 2009, p. 15).

Dessa forma, o fracasso escolar não é um fenômeno geral explicado em todo lugar da mesma forma. Pode ser provocado, por exemplo, por problemas

cognitivos ou psicológicos, por questões relacionadas à condição sócio-econômica do aluno, dentre outros motivos.

Assim, de acordo com a ANT não se pode explicar a história da ciência, por exemplo, como resultado de fatores sociais isolados das questões científicas. Mas isso, discutiremos depois. Antes, é necessário compreender como Latour discordou da divisão ciência/sociedade, que segundo ele, caracteriza o mundo moderno (LATOURE, 1994).

2.3. O Mundo Moderno segundo Latour

Para compreender o que Latour (1994) chama de **Constituição Moderna** vamos analisar um exemplo discutido pelo próprio autor. Utilizando um suposto artigo de jornal, Latour discute como é impossível separar fatos “duros” de construções sociais,

Na página quatro do jornal, leio que as campanhas de medidas sobre a Antártida vão mal este ano: O buraco na camada de ozônio aumentou perigosamente. Lendo um pouco mais adiante, passo dos químicos que lidam com a alta atmosfera para os executivos da Atochem e Monsanto [...]. Mais abaixo, os países do Terceiro Mundo e os ecologistas metem sua colher e falam de tratados internacionais, direito das gerações futuras, direito ao desenvolvimento e moratórias [...] O mesmo artigo mistura, assim, reações químicas e reações políticas (LATOURE, 1994, p. 7).

Latour (1994) chama essas misturas de natureza e cultura de **híbridos** e diz que ninguém parece estar preocupado com elas, exceto os pensadores, que cortam as redes desenhadas por esses híbridos em pequenos compartimentos específicos: ciência, sociedade, economia, poder, cultura, etc. Para Latour,

Nossa vida intelectual é mal construída. A epistemologia, as ciências sociais, as ciências do texto, todas têm uma reputação, contanto que permaneçam distintas. Caso os seres que você esteja seguindo atravessem as três, ninguém mais compreende o que você diz (LATOURE, 1994, p. 11).

Latour (1994) trata da separação moderna entre mundo natural e mundo social, representado pelos cientistas e políticos, respectivamente. Ele chama de **purificação**⁴⁶ a prática que permite essa separação e leva à criação de duas zonas ontológicas distintas: humanos e não-humanos, natureza e sociedade, características do mundo moderno. Ele contesta essa separação, ao discutir como as questões da natureza e da sociedade se misturam, formando os híbridos. Ao se discutir, por exemplo, a questão do aquecimento global, misturamos a química dos cloro-flúor-carbonos e o metano liberado pelo gado com os chefes de estado do G20, e as reivindicações dos militantes do *Greenpeace*. Assim, não é possível separar o que pertence ao domínio da natureza ou ao domínio da cultura. E os *Science Studies* buscam reatar as conexões entre esses compartimentos isolados e, para isso, trabalham com a noção de **rede**⁴⁷ (LATOURE, 1994).

Em oposição ao esforço de purificação, há o trabalho de **translação**, que corresponde à atividade de criar misturas, híbridos, ou seja, novos tipos de entidades, que tornam impossível a diferenciação entre o social e o natural (BLOK e JENSEN, 2011, p. 55). O conceito de translação será ampliado na seção seguinte.

Como uma alternativa aos termos natureza e sociedade, da sociologia tradicional, Latour usa o termo **coletivo**. Segundo ele,

Nos encontramos agora frente a produções de naturezas-culturas que irei chamar de coletivos, para deixar claro que eles são diferentes tanto da sociedade dos sociólogos - os homens-entre-si - quanto da natureza dos epistemólogos - as coisas-em-si. Aos olhos da antropologia comparada, estes coletivos todos se parecem, como eu já disse, porque reparam ao mesmo tempo os futuros elementos da natureza e os futuros elementos do mundo social (LATOURE, 1994, p. 104-105).

⁴⁶ Em oposição ao termo purificação, Latour propõe a noção de **translação**, que será discutida posteriormente. A translação envolve uma mistura entre humanos e não-humanos, permitindo a criação de redes que conectam essas diferentes entidades.

⁴⁷ Segundo Fenwick e Edwards (2010), para a ANT uma rede é um conjunto de materiais reunidos por meio de processos de translação que realizam uma função particular. Quanto mais aliados e conexões, mais forte se torna a rede.

Na seção seguinte, buscaremos esclarecer melhor essa impossibilidade de separação entre natureza e cultura, ciência e sociedade, utilizando um exemplo discutido por Latour.

2.4. Latour e o “fluxo sanguíneo da ciência”

Em um dos seus primeiros livros, “The Pasteurization of France”, Latour (1988) demonstrou como a produção do conhecimento científico constitui um processo de co-produção da sociedade e vice-versa, levando a uma reconfiguração conjunta da ciência e da esfera social.

Ao longo de sua obra, Latour discute que os modelos tradicionais da concepção de ciência problematizam pouco as relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Para ele, isso leva à crença de que as mudanças científicas e tecnológicas são resultado de uma força endógena, como é aceito no modelo de difusão, segundo o qual “*cientistas, ideias e protótipos constituem a única parte importante da ciência*” (LATOURE, 2000, p. 276). Esse modelo leva a uma visão da ciência, tecnologia e sociedade como esferas distintas (LATOURE, 2000; 2001). Para esse autor essa separação é impossível: “*a noção de uma ciência isolada do resto da sociedade se tornará tão absurda quanto a ideia de um sistema arterial desconectado do sistema venoso*” (LATOURE, 2001, p.97).

Um exemplo interessante, que nos permite compreender isso e esclarecer outros conceitos básicos da ANT é o texto “O fluxo sanguíneo da ciência – um exemplo da inteligência científica de Joliot”, do livro “A esperança de Pandora” (LATOURE, 2001). Nesse texto, Latour demonstrou como os interesses estritamente científicos de Frédéric Joliot se misturaram aos interesses políticos do ministro dos armamentos francês, Raoul Dautry e como, nesse caso, é impossível separar ciência e política. Resumidamente, a história foi a seguinte: No final dos anos 1930, Joliot planejava construir um reator atômico e se tornar o primeiro cientista a dominar a reação nuclear em cadeia. Para isso, fez acordos com uma companhia mineradora Belga para o fornecimento de urânio e precisava obter água pesada⁴⁸, o que custaria uma

⁴⁸ Que possui o deutério, isótopo do hidrogênio, em sua composição.

fortuna e era fornecida por uma única companhia da Noruega. Nesse mesmo período, o ministro dos armamentos, Raoul Dautry almejava a independência nacional da França, pelo poderio militar, durante a segunda guerra mundial. Dautry e outros tecnocratas deram apoio a Joliot em troca da possibilidade de obter conhecimentos científicos para a construção da bomba atômica. Para haver a possibilidade de alcançar tais objetivos, foi necessária uma série de negociações que levaram a um objetivo comum: construir um laboratório para estudar a reação em cadeia e possibilitar a futura independência nacional, o que só foi concretizado quinze anos depois quando o general De Gaulle criou o CEA, *Comissariat à l'Énergie Atomique*.

Latour (2001) discute que há equívocos em relação aos *Science Studies*: o primeiro é a crença de que eles buscam uma “explicação social” dos fatos científicos; o segundo, é que eles “*tratam unicamente de discurso e retórica, ou, na melhor das hipóteses, de problemas epistemológicos, sem se importar com o mundo real lá fora*” (LATOUR, 2001, p. 101). Segundo esse autor, os *Science Studies* rejeitam a ideia de uma ciência desvinculada da sociedade, mas isso não significa adotar a posição contrária no sentido de aceitar a “construção social” da realidade. Eles rejeitam programas de pesquisa que tentam dividir a história de Joliot em duas partes: uma para as questões políticas (explicação externalista) e outra para a parte científica (explicação internalista) (FIGURA 01). Segundo Latour, tanto a visão externalista quanto a internalista são equivocadas e os *Science Studies* podem ser definidos como um projeto cujo objetivo consiste em eliminar por inteiro a divisão entre política e ciência. Eles revelam, *a posteriori*, o trabalho que políticos e cientistas precisam fazer de modo a se ligar de uma forma inextricável.

“o projeto dos estudos científicos⁴⁹, contrariamente ao que os guerreiros da ciência queriam induzir todos a crer, não é estabelecer *a priori* que existe “alguma conexão” entre ciência e sociedade, pois a *existência dessa conexão depende daquilo que os atores fizeram ou deixaram de fazer para estabelecê-la*. Os estudos científicos apenas fornecem os meios de traçar essa conexão *quando ela existe*” (LATOUR, 2001, p. 104, grifo do original).

⁴⁹ A expressão “estudos científicos”, utilizada em Latour (2001) é a tradução de *Science Studies*.

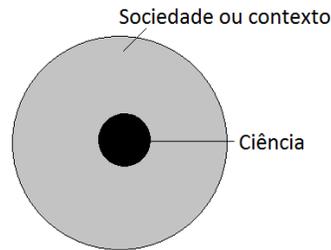


Figura 1: O modelo contexto/conteúdo concebe a ciência como um núcleo rodeado por uma coroa de contextos sociais irrelevantes para a definição de ciência (Baseado em Latour, 2001).

Latour (2001) chama de **translação**⁵⁰ a série de operações pelas quais os interesses de Joliot e Dautry são modificados a fim de se construir um objetivo comum. Os objetivos de Joliot não podem ser considerados puramente científicos assim como os objetivos de Dautry não podem ser considerados puramente políticos, *“pois justamente a ‘impureza’⁵¹ é que irá permitir a consecução dos dois objetivos”* (LATOURE, 2001, p. 105). Assim, transladar significa deslocar objetivos, interesses, dispositivos, seres humanos. Implica desvio de rota, invenção de um elo que antes não existia: *“a ligação entre os atores sempre requer translação”* (HARMAN, 2009, p.18). As cadeias de translação referem-se ao trabalho pelo qual, os atores modificam, deslocam e transladam os seus vários e contraditórios interesses (FREIRE, 2006). *“Transladar interesses significa, ao mesmo tempo, oferecer novas interpretações de interesses e canalizar as pessoas para direções diferentes”* (LATOURE, 2000, p. 194).

Por esta razão, a verdade para Latour nunca é uma simples correspondência entre o mundo e as declarações que se assemelham a ele, pois só podemos vincular uma declaração com o mundo por meio de um difícil conjunto de deslocamentos (HARMAN, 2009, p. 19).

Voltando ao caso de Joliot, a operação de translação consistiu em combinar dois interesses até então diferentes: independência nacional pelo poderio militar e dominar a reação nuclear em cadeia, em um único objetivo composto, o laboratório (figura 02).

⁵⁰ Sinônimo de tradução.

⁵¹ Latour usa a palavra impureza para referir-se aos híbridos, misturas de natureza e sociedade.

O **modelo de translação** (CALLON, 1981⁵² citado por LATOUR, 2001), explica o caso Joliot e se opõe ao modelo contexto/conteúdo que separa ciência e política e considera que “há um núcleo de conteúdo científico rodeado por um ambiente social, político e cultural, a que se pode chamar de contexto da ciência”. Tal modelo permite oferecer explicações externalistas (a ciência é explicada pela sociedade) ou internalistas (a ciência é explicada por si mesma).

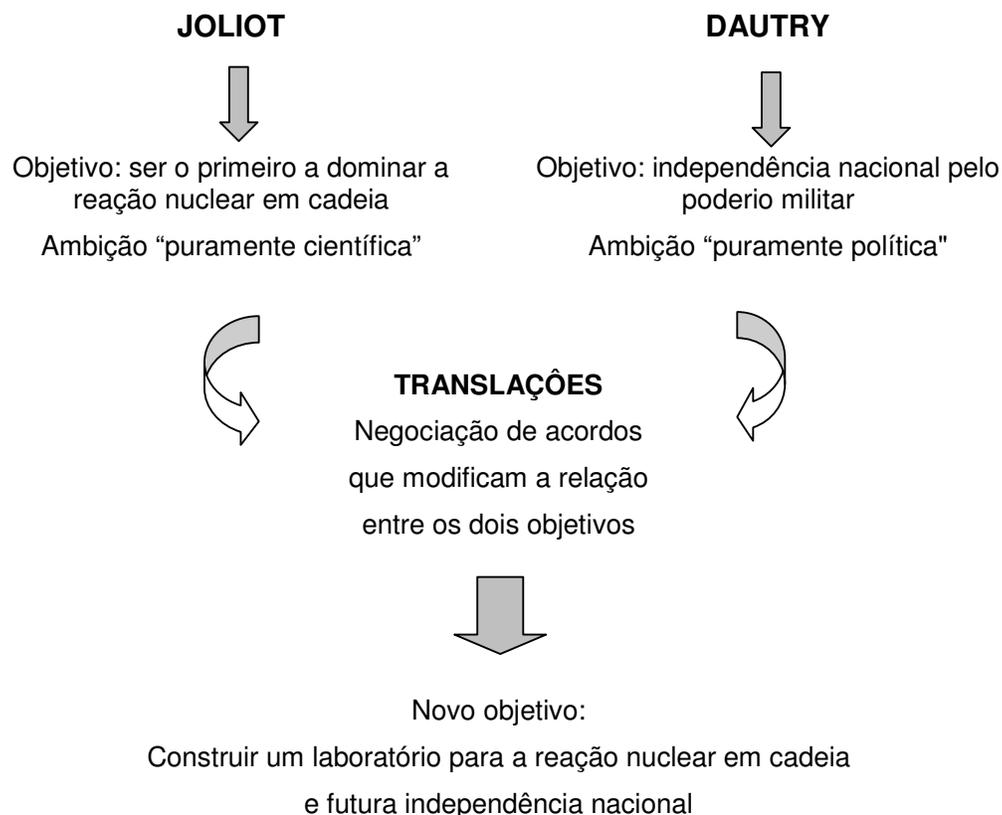


Figura 2: As operações de translação combinam os diferentes interesses em um novo objetivo.

Para aprofundar mais nessa questão, recorreremos à discussão sobre as estratégias de translação (LATOUR, 2000, p. 178-199). Nesse texto, Latour define translação como a “interpretação dada pelos construtores de fatos aos

⁵² CALLON, M. Struggles and negotiations to decide what is problematic and what is not: The Sociologies of Translation. In: KNORR, K. D., KROHN, R. & R. WHITLEY, **The social process of scientific investigation**, p. 197 -220. Dordrecht, Reidel, 1981.

seus interesses e aos das pessoas que eles alistam”, e propõe cinco estratégias de translação de interesses, utilizadas pelos cientistas. Tais estratégias estão sintetizadas no Quadro 3 e Figura 3:

Translação tipo 1 – “Eu quero o que você quer”: o cientista adapta seu projeto de forma a atender aos interesses das pessoas de quem ele necessita para transformar uma afirmação em fato. A desvantagem é que há riscos de que a contribuição do cientista fique obscurecida.

Translação tipo 2 – “Eu quero, por que você não quer?": um tipo mais raro de translação na qual uma pessoa desvia-se de seus objetivos originais e assume os interesses do cientista, passando, por exemplo, a financiar seu projeto.

Translação tipo 3 – “Se você desviasse um pouquinho...”: nessa estratégia, mais plausível que a anterior, o cientista não tentará afastar os outros de seus interesses, mas se oferecerá para guiá-los por um atalho, um pequeno desvio do caminho original. As desvantagens são: a) há o risco de acusação de trambique, quando o desvio proposto parece um descaminho; b) o desvio só pode ser proposto se o caminho original estiver claramente bloqueado; c) após ter sido feito o desvio, é difícil definir quem foi o autor da mudança, o que pode gerar conflitos pela atribuição de mérito.

Translação tipo 4 – “remanejando interesses e objetivos”, que visa a superar as desvantagens da anterior. Nessa estratégia o principal objetivo é ultrapassar os interesses explícitos das pessoas, que são um obstáculo para a construção de uma parceria. Isso pressupõe cinco táticas:

Tática 1: deslocar objetivos, ou seja, alterar o significado das metas dos outros o suficiente para deslocar seus objetivos, ou seja, criar um problema para em seguida, sugerir uma solução.

Tática 2: inventar objetivos que ainda não existem, de forma a criar novos interesses nas pessoas.

Tática 3: inventar novos grupos, que, segundo Latour, “poderiam ser dotados com novos objetivos, os quais poderiam, por sua vez, ser atingidos apenas através da ajuda aos contendores na construção de seus fatos” (LATOURE, 2000, p. 190). No entanto, essa tática tem a desvantagem de que as pessoas podem se sentir enganadas ao

enxergar a diferença entre seus objetivos originais e o que conseguiram, de fato. A solução, seria a tática seguinte.

Tática 4: tornar invisível o desvio, dissolver a noção de interesse explícito, de maneira que “o grupo alistado ainda acredite estar percorrendo uma linha reta, sem abandonar seus próprios interesses” [...]. “ligeiros deslocamentos vão sendo suavemente aninhados um no outro”. A vantagem aqui, é que os problemas de âmbito restrito são amarrados a problemas mais amplos, formando uma rede que mantém os grupos em suas malhas.

Tática 5: vencer as provas de atribuição, isto é atribuir responsabilidade a quem fez a maior parte do trabalho. Apesar de a construção de fatos ser coletiva, é possível “levar todos a aceitar umas poucas pessoas, ou mesmo uma só, como principal causa do trabalho coletivo” (LATOUR, 2000, p. 195).

Translação tipo 5 – “tornar-se indispensável”, de modo que todos são obrigados a seguir o cientista. Ele se torna um “ponto de passagem obrigatório”.

Quadro 3: Correntes em Educação CTSA.

TRANSLAÇÃO		OBJETIVO
Translação 1	Eu quero o que você quer	Atender aos interesses dos outros
Translação 2	Eu quero; por que você não quer?	Convencê-los de que os caminhos habitualmente trilhados estão bloqueados.
Translação 3	Se você desviasse um pouquinho...”:	Atrair os outros para um pequeno desvio.
Translação 4	Remanejando interesses e objetivos Tática 1: deslocar objetivos Tática 2: inventar novos objetivos Tática 3: inventar novos grupos Tática 4: tornar invisível o desvio Tática 5: vencer as provas de atribuição	Inventar novos grupos, novos objetivos, criar ardilosamente derivações nos interesses, ou travar batalhas pela atribuição de interesses.
Translação 5	“tornar-se indispensável”	Obrigar os outros a segui-lo.

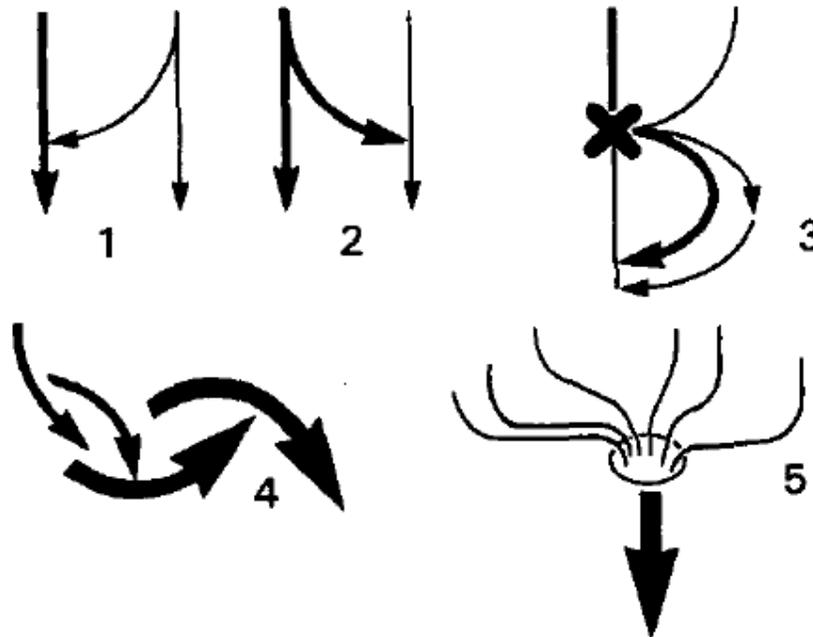


Figura 3: Tipos de translações de interesses: 1) Atender aos interesses dos outros; 2) convencê-los de que os caminhos habitualmente trilhados estão bloqueados; 3) atraí-los para um pequeno desvio; 4) inventar novos grupos, novos objetivos, criar arditosamente derivações nos interesses, ou travar batalhas pela atribuição de interesses; 5) tornar-se indispensável aos outros (FIGURA extraída de LATOUR, 2000, p. 199).

Compreendida a questão da translação e suas estratégias, voltemos à história de Joliot.

Segundo Latour (2001, p. 110) os filósofos da ciência afirmam que “*não devemos confundir questões epistemológicas (nossa representação do mundo) com questões ontológicas (a realidade do mundo)*”. No entanto, os cientistas fazem isso o tempo todo e seria impossível compreender uma atividade científica sem misturar essas questões. Ao afirmar que “cada nêutron libera três a quatro nêutrons” Joliot não pôde, sozinho, transformar essa afirmação em fato científico. Ele precisou de outras pessoas, do urânio, da água pesada, do grafite, do reator, nuclear, isso é, dos não-humanos. Dessa forma, os *Science Studies* não são uma análise da retórica da ciência. Eles lidam com os **híbridos**⁵³, uma mistura de pessoas e coisas, de sociedade e natureza, que encontramos em qualquer lugar (LATOUR, 2001). Para Latour essas duas instituições são inseparáveis já que não existe algo que pertença apenas à

53 Também chamados quase-objetos, quase-sujeitos (LATOUR, 1994).

natureza ou apenas à sociedade. Em outro exemplo, referindo-se à atitude do físico Albert Einstein, no período da Segunda Guerra Mundial, Latour questiona essa separação:

Para tomar um exemplo célebre, quando Einstein pegou sua pena para escrever ao presidente Roosevelt a fim de alertá-lo do perigo e do benefício que representa o controle das reações nucleares, ele fez ou não a política? (LATOURE, 2008b)

Para atingir seus objetivos, Joliot precisou fazer funcionar o reator nuclear, convencer os colegas, os militares, os políticos e os industriais. Todas essas atividades são alvo dos *Science Studies* e precisam ser consideradas simultaneamente quando tentamos descrever uma atividade científica. Como uma alternativa ao modelo contexto/conteúdo, Latour (2001) resume a ideia de um “sistema circulatório dos fatos científicos” na FIGURA 04, que mostra as diferentes questões ou mediações-chave envolvidas na atividade científica, onde

- 1- MOBILIZAÇÃO DO MUNDO: inserção de não-humanos no discurso: os instrumentos, por exemplo.
- 2- AUTONOMIZAÇÃO: como o pesquisador encontra colegas, pois o trabalho científico não pode ocorrer isolado.
- 3- ALIANÇAS: como o pesquisador encontra aliados, que facilitam o fluxo da informação científica.
- 4- REPRESENTAÇÃO PÚBLICA: como modificar a opinião pública e obter sua aceitação.
- 5- VÍNCULOS e NÓS: o conteúdo conceitual ou conteúdo científico propriamente dito.

Se conectarmos todos os actantes envolvidos na empreitada de Joliot, tais como mineradora, urânio, grafite, água pesada, laboratório, reator nuclear, cientistas, militares, políticos, industriais e etc., teremos uma rede de actantes humanos e não humanos. Essa rede pode ser retraída ou expandida conforme os processos de translação.

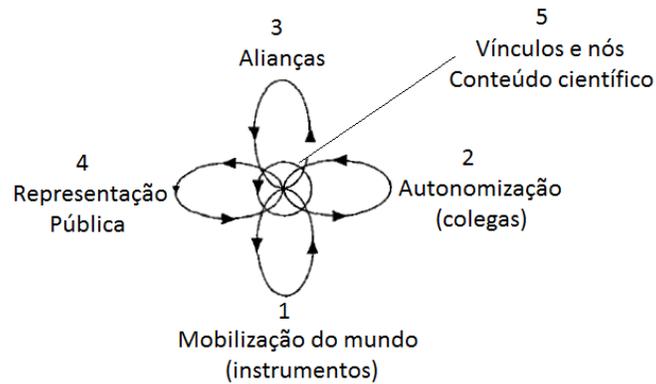


Figura 4: A figura representa uma alternativa ao modelo contexto/conteúdo. Para qualquer expressão realista da ciência, é necessário levar em conta cinco circuitos ao mesmo tempo. Nesse modelo, o elemento conceitual (vínculos e nós) continua no meio, porém não está rodeado por um contexto, e sim, como um nó central que liga os outros quatro circuitos (figura extraída de LATOUR, 2001, p. 118).

Para Latour (2001) houve uma mutilação do “sistema circulatório dos fatos científicos” pelo cancelamento das mediações-chave, sobrando apenas o núcleo central que corresponde ao conteúdo científico representado no modelo canônico contexto/conteúdo (FIGURA 05). Essa mutilação dificulta a percepção do todo envolvido no esforço científico e, no lugar de percebermos as várias translações de interesses envolvidas na produção da ciência, só vemos uma separação entre as ciências e os fatos “extra científicos”. Com isso, corre-se o risco de explicar a existência da sociedade sem a participação da ciência e da tecnologia.

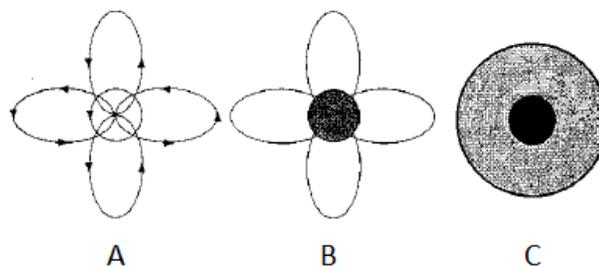


Figura 5: A figura mostra como é possível extrair o modelo canônico (C) pelo cancelamento de mediações-chave do modelo A. Se a dimensão conceitual - o círculo central em (A) - for extirpada das outras quatro, será transformada num núcleo (B); os outros quatro circuitos ora desconectados formarão, quando reconectados, uma espécie de contexto que não terá relevância alguma para a definição do cerne da ciência (C) (figura extraída de LATOUR, 2001, p. 129).

Tendo esclarecido o que é translação e alguns conceitos básicos da Teoria Ator-Rede, devemos avançar um pouco mais nos fundamentos dessa teoria.

Como dissemos, a ANT surgiu a partir dos *Science Studies*, mas estendeu sua área de ação à rediscussão do social. Embora não seja diretamente direcionada às questões da educação, trabalhos relacionados à aprendizagem, mais especificamente sobre cognição 'situada' ou 'distribuída' influenciaram em seu desenvolvimento. Segundo Latour (2008, p.92) essas abordagens foram importantes para a ANT, no que diz respeito à duas questões: a **ação** e a capacidade de **agência** dos objetos. Primeiro, em cada curso de ação uma grande variedade de agentes parece intrrometer-se e deslocar os objetivos originais. Segundo, parece não haver limite para a variedade de tipos de agências que participam na interação⁵⁴.

2.5. A ação, segundo a ANT

Quando agimos, quem mais atua? Quantos agentes estão, aliás, presentes? Como é que nunca faço o que quero? Por que todos estamos submetidos a forças que não são criadas por nós mesmos?" (LATOURE, 2008, p 69-70).⁵⁵

A partir dessas perguntas, Latour afirma que não devemos começar qualquer estudo com premissas sobre a ação como um efeito da "sociedade" ou algo semelhante.

Para que as ciências sociais recuperem o seu impulso inicial, é crucial *não* reunir todas as forças que assumem a ação em algum tipo de agência - "sociedade", "cultura", "estrutura", "campos", "indivíduos" [...]. A ação deve continuar a ser uma surpresa, uma mediação, um evento. É por este motivo que devemos começar, não pela "determinação da ação pela

⁵⁴ Essas questões foram aprofundadas no livro "Reensamblar lo social: una introducción a la teoría del actor-red" (LATOURE, 2008). Nesse livro, Latour busca fazer uma apresentação sistemática da ANT, o que, até então, não havia sido feito.

⁵⁵ Para Latour, a ação não é uma propriedade de humanos, mas de uma associação de atuantes (actantes) Por exemplo, seria uma impropriedade dizer que o "homem voa", pois voar é uma propriedade de uma associação de entidades: aviões, aeroportos, balcões de venda de passagens, etc. (LATOURE, EP, p. 209-10).

sociedade", as "capacidades maquinadoras dos indivíduos" ou o "poder do inconsciente", como faríamos comumente, mas sim pela indeterminação de ação, as incertezas e controvérsias quanto a quem e o que atua quando "nós" atuamos; com certeza não há maneira de dizer se essa fonte de incerteza reside no analista ou no ator (LATOUR, 2008, p 72).

Usa-se a palavra ator para indicar que nunca está claro o que está atuando quando atuamos – “*um ator é aquele que muitos fazem atuar*”. A ação é tomada emprestada, é distribuída, influenciada e, portanto, nunca está clara a sua origem. Nem por isso, deve-se apelar para as “forças sociais” e coisas semelhantes como explicação. Para Latour, a incerteza sobre a ação deve permanecer. Ele discute que, muitas vezes, nas ciências sociais, o pesquisador deixa de lado informações precisas que o trabalho de campo lhe oferece e as substitui por outras que são invisíveis, que não foram ditas, mas que fazem parte do repertório das “explicações sociais” (LATOUR, 2008).

Latour argumenta que, apesar da incerteza sobre a ação, é possível definir aspectos que sempre estão presentes em controvérsias sobre a ação: agências fazem parte de uma explicação, é dada às agências algum tipo de figuração⁵⁶, a elas se opõem outras agências rivais e, finalmente, agências são acompanhadas de alguma teoria da ação explícita (LATOUR, 2008).

Para esse autor, ao se aceitar a incerteza sobre a ação, a sociologia não mais trabalha com a premissa “dê-me a causa e terei o efeito”. Esses termos passam a ser mediadores e as causas não permitem que se deduzam os efeitos, só oferecem circunstâncias e precedentes. A ANT propõe que o mundo seja descrito como feito de **concatenações de mediadores** no qual se pode dizer que cada ponto atua plenamente e, substituir tantas causas quanto seja possível por atores. A questão de interesse aqui não é dizer quem atua e como, porém passar da certeza sobre a ação para uma incerteza, mas dizer o quê atua e como (LATOUR, 2008).

Segundo Latour, na sociologia tem havido um pré-julgamento de que existe um lugar privilegiado no domínio social, por exemplo, “individual” mais do

⁵⁶ Para Latour, ação é uma coisa e figuração é outra: a figuração fornece uma “roupagem”, uma forma à ação. No exemplo utilizado pelo autor, “os Estados Unidos querem sair da ONU”; “Bush Filho quer sair da ONU” mostra duas maneiras de figurar a mesma ação: sair da ONU. No primeiro temos uma coletividade, no segundo, um indivíduo (LATOUR, 2008, p. 83-4).

que “massas”, “micro” mais do que o “macro” (ou vice-versa). No entanto, se a ação é deslocalizada, não pertence a nenhum local específico, é distribuída, variada, é um enigma tanto para analistas quanto para os atores. Assim, para rastrear as relações sociais deve-se seguir os próprios atores, com sua(s) própria(s) metafísica(s) e não se deve escolher de início um local privilegiado (micro/macro) de onde se diz que a ação é mais abundante (LATOURE, 2008).

2.6. A capacidade de agência dos objetos, segundo a ANT

Continuando sua crítica à sociologia do social, Latour afirma que os tipos de atores que operam deveriam aumentar. Para a ANT, social é a associação entre entidades que de nenhuma maneira são reconhecidas como sociais no sentido habitual, exceto no breve momento em que são reorganizadas – são associações momentâneas – noção mais vantajosa do que “força social”.

[...] o poder, assim como a sociedade, é o resultado final de um processo e não uma reserva, um estoque de capital que automaticamente vai fornecer uma explicação [...] se as desigualdades devem ser geradas, isso é prova de que outros tipos de atores sociais diferentes entram em jogo (LATOURE, 2008, p. 96 e 97).

O autor discute que uma relação de poder que não ponha em jogo mais do que capacidades sociais estaria limitada a interações transitórias. Ele cita com ironia que mesmo os mandris, estudados por Shirley Strum, possuem habilidades sociais básicas (LATOURE, 2008).

Os sociólogos do social⁵⁷ sustentam que a “sociedade”, as “normas sociais” e etc., têm força suficiente para explicar a forma como exercem seu domínio sobre nós, mas não explicam de onde vem a força que reforça as frágeis conexões criadas pelas capacidades sociais. As consequências desse raciocínio são desastrosas, pois causas e efeitos são invertidos, levando a um raciocínio tautológico (LATOURE, 2008). Ainda segundo esse autor, a solução,

⁵⁷ Latour usa a expressão “sociologia do social” para referir-se à sociologia tradicional, em oposição à Sociologia das Associações, proposta a partir da ANT.

para a ANT, é fazer com que os objetos participem no curso da ação, antes limitada aos humanos com suas intenções e significados. Assim, qualquer coisa que modifica com sua incidência um estado de coisas é um ator⁵⁸, ou se ainda não tem figuração, é um actante. Dessa forma, qualquer curso de ação não consistirá de conexões apenas entre humanos ou apenas entre objetos, mas sim, irá em zigue-zague de umas às outras (LATOUR, 2008, p. 105 a 107). Segundo ele, a divisão objeto/sujeito não existe:

A ANT não é, de maneira nenhuma, o estabelecimento de uma absurda “simetria entre humanos e não humanos”. Ser simétrico, para nós, simplesmente significa *não* impor a priori uma *assimetria* espúria entre a ação humana intencional e um mundo material de relações causais (LATOUR, 2008, p. 113).

Portanto, de acordo com as ideias de Latour, para uma definição do social, precisamos estar dispostos a indagar acerca da capacidade de agência de todos os tipos de objetos, assim, aumentando a variedade de agentes capazes de participar no curso da ação (LATOUR, 2008).

Latour também discute que a origem da divisão entre o “simbólico” e o “natural” que legou, às ciências duras as coisas e objetos e, às ciências sociais, a dimensão humana, ocorreu nos primórdios da sociologia. Essa divisão artificial não foi imposta por quaisquer requisitos empíricos, mas na verdade, por disputas disciplinares que levaram a dois extremos: o determinismo técnico⁵⁹ *versus* o determinismo social⁶⁰. Além disso, segundo Latour, nenhuma das teorias que explica os vínculos sociais – teorias materialista-marxistas, as sociologias críticas e as explicações interacionistas – são suficientes para descrever os muitos enredos de humanos e não-humanos. Para concluir, esse autor discute outra razão para rechaçar o papel dado aos objetos na sociologia do social: esvazia de referências as relações de poder e as desigualdades sociais de todo o significado real (LATOUR, 2008).

⁵⁸ Ator é um participante do curso da ação, não necessariamente determina a ação (p. 107).

⁵⁹ “Determinismo tecnológico é a visão segundo a qual as forças materiais e especialmente as propriedades da tecnologia disponível, determinam os eventos sociais” (SISMONDO, 2010, p. 96).

⁶⁰ De acordo como o determinismo social as “mudanças tecnológicas são explicadas mediante causas sociais” (AGUIAR, 2002, p.3).

Sintetizando os principais tópicos desse capítulo, podemos dizer que a ANT originou-se da necessidade de uma nova teoria social ajustada aos *Science Studies*. Para a ANT não há separação entre objeto e sujeito (entre natureza e sociedade). O que parece puramente científico ou social não existe. Os atores humanos e não-humanos se misturam, formando **híbridos** de natureza e cultura que são denominados de **coletivo**. Assim, devem ser considerados os atores humanos e não-humanos, pois os objetos também têm participação no curso da **ação** (também têm **agência**). Dessa forma, utilizamos, no lugar da palavra 'ator', o termo '**actante**', que é definido por sua ação. Nunca devemos começar um estudo com premissas sobre a ação, pois ela é distribuída, deslocalizada, não pertence nem ao micro nem ao macro. Para rastrear as relações sociais deve-se seguir os actantes. Finalmente, devemos seguir o princípio da **irredução**, isto é, nada é por si só redutível ou irreduzível a qualquer outra coisa (LATOURETTE, 1988, p. 158) e, dessa forma, não devemos explicar uma coisa como resultado direto de outra. Ao seguir os actantes, podemos construir sua **rede**⁶¹ de conexões, que é formada por meio de processos de **translação** (FIGURA 6).

⁶¹ Sobre a noção de rede, ver discussão em: MORAES, M. 'A ciência como rede de atores: ressonâncias filosóficas'. *História, Ciências, Saúde — Manguinhos*, v. 11, n.2, p. 321-33, maio-ago. 2004.

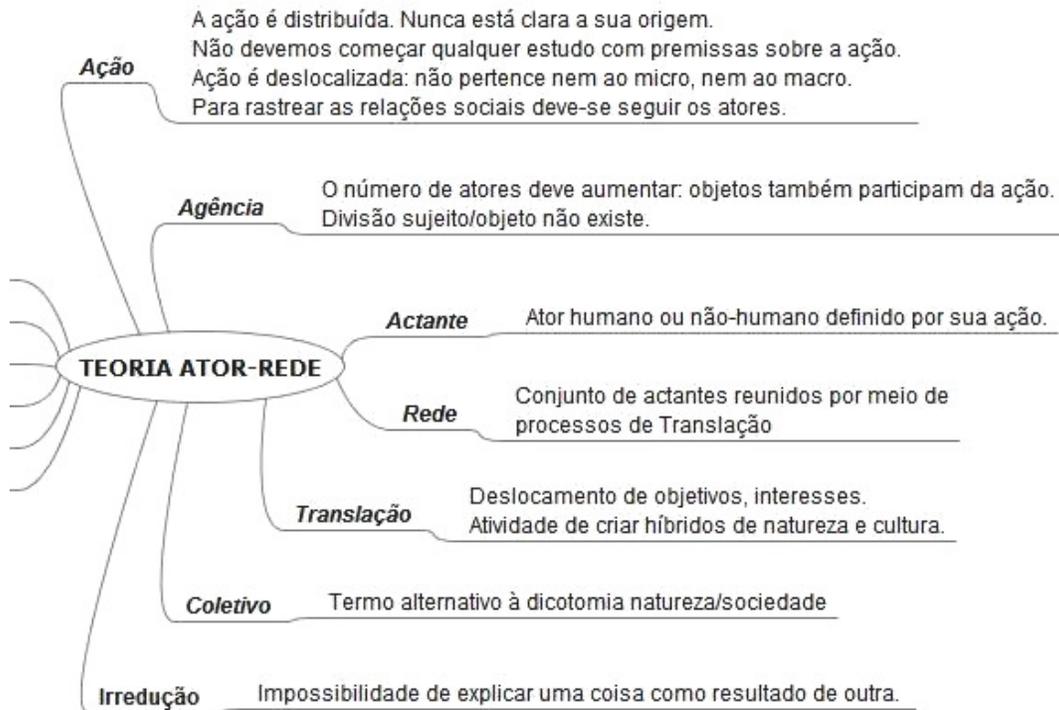


Figura 6: Conceitos básicos Teoria Ator-Rede.

Tendo apresentado as ideias básicas da ANT, discutiremos, a seguir, sua possibilidade de aplicação no campo da Educação.

2.7. A Teoria Ator-Rede em estudos sobre educação

Trabalhos com impacto no campo da educação, usando a Teoria Ator-Rede, datam da década de 1980 (ROTH e MCGINN, 1998), mas só a partir da década de 1990 a Teoria Ator-Rede passou a ser usada como ferramenta metodológica no campo da Educação em ciências o que resultou nos primeiros trabalhos bem sucedidos, nessa área, utilizando a ANT. No entanto, apesar do trabalho de Latour ser uma referência importante para a área de educação, no sentido de permitir a compreensão do significado da produção do conhecimento científico, as pesquisas que utilizam a Teoria Ator-Rede nessa área são incipientes ainda hoje (COUTINHO, MATOS e SILVA, 2014). Segundo Fenwick e Edwards (2010) a ANT junta-se a muitas perspectivas contemporâneas que tratam o conhecimento como situado, incorporado e distribuído.

Segundo Callon (2008), uma mudança significativa no campo CTS, foi a tomada de consciência sobre a importância da ação e cognição distribuída na qual se entende que a ação e o conhecimento não estão localizados no cérebro humano, mas que se encontram distribuídos em dispositivos materiais não-humanos:

[...] agora os instrumentos desenvolvidos no campo CTS aplicam-se ao conhecimento da agência humana e, por consequência, do ser humano. De acordo com os estudos CTS recentes, a partir do momento em que a materialidade está compreendida no coletivo, a análise da cognição e da ação são feitas com base em premissas materiais e, portanto, abordadas do mesmo modo que os coletivos [...] (CALLON, 2008, p.303).

Assim, as ciências cognitivas contribuíram para mostrar a importância da Ação e Cognição Distribuída, o que permitiu avançar no estudo da produção coletiva de conhecimentos (CALLON, 2008, p.302-303).

Para a ANT não há uma realidade “lá fora” separada de outra “dentro da minha cabeça”. O conhecimento não emerge de práticas institucionalizadas de educação ou de atividades cognitivas de indivíduos. Ele é encenado, desencadeado e tornado visível por meio da circulação e das conexões entre pessoas e coisas:

Um objeto de conhecimento, seja um conceito matemático a ser ensinado para alunos do sexto ano [...] uma monografia, é unido por uma rede de conexões que precisam ser continuamente executadas para fazer o conhecimento visível e vivo. [...] Atividades de sala de aula podem ser traçadas para se compreender as práticas de conhecimento que emergem por meio de combinações heterogêneas de coisas discursivas e materiais com várias relações e ações conjuntas (FENWICK e EDWARDS, 2010, p. 24-25).

Nessa perspectiva, nenhuma habilidade ou conhecimento tem uma existência reconhecível fora da rede estabelecida e a ANT permite uma aproximação das coisas mundanas que interferem no dia a dia da sala de aula, mas que, frequentemente, passam despercebidas aos olhos de pesquisadores

e educadores. Um exemplo disso é o trabalho de Fenwick (1998⁶², citado por FENWICK e EDWARDS, 2010) que observou que a posse (ou não) de uma chave pode interferir na rotina escolar e até nos relacionamentos professor-aluno e entre professores. A chave, um ator não-humano, é, nesse exemplo, igualmente considerado em relação aos atores humanos. Assim, análises que usam a ANT derrubam quaisquer fronteiras nítidas que separam pessoas e coisas e mostram que o que parecem entidades separadas, os materiais, as pessoas, os sistemas numéricos, os testes padronizados, etc., estão ligados.

[...] estudos com ANT têm mostrado que conhecimento não pode ser visto como coerente, transcendente e não problemático. O conhecimento e o real emergem juntos. A coisa não é separada do conhecimento que a estabelece como uma coisa. Além disso, uma coisa pode ser encenada por meio de múltiplos conhecimentos ou ontologias que coexistem, em uma dinâmica controversa e descontínua. Isto tem implicações para a educação e a pesquisa educacional (FENWICK e EDWARDS, 2010, p. 35).

Nespor (1994) realizou um estudo etnográfico, baseado na Teoria Ator-Rede, no qual analisou como os programas de ensino de física e administração de uma universidade pública americana organizam as práticas materiais de seus estudantes no tempo e espaço, e como os estudantes desses dois programas se engajam nas práticas das disciplinas para produzir relações espaciais e temporais. O argumento desse autor é de que a aprendizagem não é um processo psicológico interno e nem o produto de interações face-a-face, pois as interações nunca são apenas face-a-face (p. 2-4). Para esse autor o conhecimento é sempre distribuído. As pessoas necessitam de colegas, de laboratórios, de computadores para serem físicos ou administradores e para aprenderem.

Os efeitos da escolarização dependem das trajetórias espaciais e temporais ao longo das quais os alunos estão se movendo antes e depois de encontros educacionais. A educação disciplinar depende de que os estudantes se desloquem ao longo de trajetórias que os mantêm em contato com as redes

⁶² FENWICK, T. Managing space, energy, and self: beyond classroom management with junior high school teachers, **Teachers and Teacher Education**, v. 14, n.6, p.619-31. 1998.

disciplinares. As pessoas precisam de laboratórios, notebooks, computadores, equações e colegas para ser 'físicos'; ternos, escritórios, memorandos e organizações para serem "administradores" (e todo o caminho que leva as pessoas em configurações com estes elementos é a chave aqui, e não a mera posse deles). Coloque um estudante ou um físico ou um administrador em uma ilha deserta, sem suas ferramentas e colegas e as perguntas do que eles "sabem" e em que sentido eles "aprenderam" são discutíveis. Desde que a aprendizagem e o conhecimento não são propriedades dos atores individuais, não podemos falar que alguém "aprendeu" equações diferenciais ou índices financeiros a menos que eles estejam se movendo ao longo de uma trajetória que, pelo menos periodicamente, re-agrega o ator distribuído ou a rede de atores em configurações relevantes para a prática (NESPOR, 1994, p.11).

A visão desse autor representa uma ruptura com as principais correntes educacionais por: 1- não considerar a concepção psicológica de aprendiz como uma entidade discreta ou um indivíduo e considerar os atores como distribuídos no tempo e no espaço; 2- para compreender o que acontece no processo de aprendizagem é necessário olhar para toda a rede de conexões que ligam esses atores (NESPOR, 1994, p.21-22).

Dessa forma o conhecimento 'adquirido' pelos estudantes não pode ser separado das práticas em sala de aula, das condições materiais - livros, computadores, cadernos - quadro de horários, relações com professores, etc. (FENWICK e EDWARDS, 2010). Sob a perspectiva da Teoria Ator-Rede, os contextos de ensino e aprendizagem podem ser vistos como efeitos das redes e não como 'caixas pretas',

[...] processos de ensino e aprendizagem não são necessariamente ligados a conjuntos específicos de relações institucionais e estruturas, mas emergem de mobilizações específicas como efeitos de redes. Para aqueles trabalhando com a ANT, ao invés do contexto ser uma coisa, ele se torna um efeito das práticas e, é por si mesmo, um conjunto de práticas (FENWICK e EDWARDS, 2010, p. 53).

Para concluir, discutiremos, na seção seguinte, exemplos de aplicação da ANT no campo da educação em ciências.

2.8. Alguns exemplos de pesquisas que utilizaram a Teoria Ator-Rede no campo da educação

A Teoria Ator-Rede tem sido utilizada também em estudos sobre a materialidade na formação de professores. O trabalho de Coutinho *et al.*(2015), baseado em narrativas escritas de professores em formação, salienta que as práticas formativas não devem ser consideradas apenas como sociais e sim como sócio-materiais, pois envolvem a relação entre humanos e não humanos, e há a necessidade de mostrar como as coisas atuam:

“No seu cotidiano, o professor em formação, e também os em exercício, não se relaciona simplesmente com conceitos ou conhecimentos proposicionais e com pessoas. Aliado a isso, relaciona-se com móveis, espaços, trânsito, armas, merenda, drogas, tecnologias e multimídia e uma série de outros elementos que contribuem para sua experiência e moldam sua ação (COUTINHO *et al.* 2015, p.164).

Nesse caso, o espaço da escola foi considerado um actante importante devido à sua precariedade: os móveis inadequados, o barulho da quadra esportiva e o ruído produzido pela chuva sobre o toldo da quadra comprometiam a qualidade das aulas. Nesse mesmo trabalho, os licenciandos consideram que ao trabalhar com a horta, questões relacionadas à nutrição, à política e à reciclagem são abordadas. Assim, o espaço “horta” é um actante que mobiliza questões ambientais e propicia a ação política dos estudantes quanto à sustentabilidade (COUTINHO *et al.* 2015).

Ainda sobre a materialidade, Costa (2015b), utilizando a ANT como referencial teórico, procurou descrever o papel dos objetos no cotidiano escolar. A pesquisadora buscou compreender a importância dos objetos na aprendizagem, pois, segundo ela, aprendemos não apenas com o intelecto, mas com nossa inserção no mundo formado de humanos e não-humanos.

Zanon, Almeida e Queiroz (2007) analisaram as contribuições da leitura de um capítulo do livro “Vida de Laboratório” (LATOURE e WOOLGAR, 1997), para a formação de estudantes de Química de uma universidade pública brasileira. Seus resultados mostraram que os estudantes mudaram sua forma de ver o trabalho do cientista: antes da leitura do texto eles consideravam que ser um cientista era estar em um laboratório e após a leitura perceberam as

limitações de seus conhecimentos sobre outras atividades do cientista, como a escrita de artigos científicos. Os estudantes também não conheciam as questões socioeconômicas ligadas à produção do conhecimento científico.

Em uma pesquisa ligada à educação ambiental, Vieira (2014) utilizou a Teoria Ator-Rede e a exploração de mundos possíveis para analisar as ações dos integrantes do Núcleo Manuelzão João Gomes Cardoso que atua na bacia hidrográfica do córrego João Gomes Cardoso, localizado no município de Contagem, Minas Gerais. Ela analisou seis anos de atuação do grupo. Foram realizados o levantamento, organização, análise e categorização de documentos, entrevistas, inventário de atores, a exploração de mundos realizados e possíveis e, por fim a análise comparativa da performance do núcleo. Buscou-se identificar quais cenários futuros o grupo projetou (os mundos possíveis), e avaliar o cenário vivenciado (mundos realizados) pelo Núcleo e suas modificações. Uma das conclusões é que o Núcleo Manuelzão João Gomes Cardoso desenvolveu uma educação ambiental performativa, isto é, não havia uma concepção prévia a respeito e suas ações foram desenvolvidas sem elaboração e execução de um projeto específico, mas definindo ações de educação ambiental ao longo de sua atuação com o objetivo de construir os mundos possíveis. Segundo a autora, as ações educativas foram decididas a partir do mundo possível vislumbrado pelo grupo, bem como o mundo realizado que vivenciam.

Ainda sobre educação ambiental, o trabalho de Salles et al. (2015), buscou utilizar a Teoria Ator-rede na redefinição dos papéis do indivíduo e sociedade na Educação Ambiental, considerando que o meio ambiente também age sobre o indivíduo e ambos interagem, construindo outras perspectivas relacionais. Costa (2015a) descreveu a rede sócio-técnica da produção de objetos audiovisuais, construída na prática da Educação Ambiental no licenciamento de petróleo, relacionada ao Programa de Educação Ambiental “Humanomar” realizado pela consultoria Abaeté Socioambiental e financiado pela Devon Energy.

A pesquisa realizada por Faria (2014) utilizou a cartografia de controvérsias para mapear a disputa em torno da instalação do projeto Apolo, da mineradora Vale S.A., que pretende se instalar sobre os aquíferos da Serra

do Gandarela, localizada na região metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. A pesquisadora mapeou os atores mobilizados ao longo dessa controvérsia, que ainda está em curso: os cidadãos leigos, os especialistas, os políticos, os empresários, a água, os animais e plantas ameaçados de extinção, as ONGs, empresas, dentre outros). Foi observado que os movimentos populares ambientalistas reconheceram e utilizaram a ciência e a tecnologia como ferramenta política, conectando conhecimento técnico-científico à participação cidadã. Além disso, ao tornar explícitos os atores envolvidos no projeto, o diagrama de translações produzido na pesquisa permitiu a politização de atores não humanos, a visualização da formação de diferentes grupos de interesse (partidários do projeto Apolo e partidários da conservação) e os diferentes cosmos envolvidos. Também permitiu notar que os interesses econômicos de Estado e de empresas têm prioridade em relação à avaliação dos especialistas, os quais sugerem cautela em relação à mineração na área. Segundo a pesquisadora, é essencial o abandono da ideia de que as controvérsias possam ser resolvidas se as pessoas adquirem conhecimentos, habilidades e valores sobre ciência e tecnologia. Para eles, essas disputas são guerras de mundos, de diferentes cosmos. (FARIA, 2014; FARIA e COUTINHO, 2015).

Os trabalhos seguintes utilizaram a ANT em estudos de laboratórios escolares. Oliveira (2008) realizou um estudo etnográfico em um laboratório de Química de uma escola do Ensino Médio em São Leopoldo, RS. Por meio de uma análise dos eventos ocorridos no laboratório, procurou compreender como os atores (alunos, professores, instrumentos, reagentes, manuais) se estabelecem e se reconhecem dentro de um laboratório didático de ciências. Rezzadori e Oliveira (2011) descreveram a rede sócio-técnica de um laboratório de Química do Ensino Médio de uma escola de Londrina, Paraná. Os pesquisadores observaram que o processo de materialização do laboratório depende de várias translações de interesses realizadas pelos atores e concluíram que sua permanência e sucesso não são garantidos, pois todo o processo de mobilização coletiva pode se desfazer em algum ponto.

Por fim, outro exemplo de aplicação da ANT no campo da educação em ciências é o estudo realizado por Bencze, Carter e Krstovic (2014). Por meio de

discussões para introduzir os estudantes à CTSA e a apresentação de alguns princípios da Teoria Ator-Rede, os pesquisadores introduziram os estudantes a actantes potencialmente problemáticos, associados ao telefone celular, como os metais pesados e outras substâncias tóxicas, além das condições de trabalho dos envolvidos na cadeia de produção do aparelho celular. Esses autores discutem como a escola, ao difundir uma visão imparcial da ciência, contribui para a aceitação e consumo de produtos perigosos (ou cavalos de Tróia), como é o caso do telefone celular:

Ciclos de identidades utópicas mascaram realidades distópicas. Imagens de comunidade, sexualidade e poder, por exemplo, podem distrair os usuários de 'smart' phone [smartphones] dos perigos das toxinas (por exemplo, bromina, clorina, mercúrio e cádmio) contidas neles; bem como a justiça social no que diz respeito aos trabalhadores associados à mineração e manufatura. Tal consumismo, com sua ênfase em ciclos de aceitação de cavalos de Tróia, parece ser facilitado pela ciência escolar. Campos da ciência são, por exemplo, retratados como demasiadamente sistemáticos, imparciais e não problemáticos enquanto, suas práticas profissionais podem ser comprometidas por meio de parcerias e influências capitalistas – alianças que frequentemente parecem contribuir para muitas questões sócio-técnicas. Ao mesmo tempo, os alunos podem se tornar alienados das oportunidades para se autodeterminar agentes importantes para eles e suas comunidades (BENCZE, CARTER e KRSTOVIC, 2014, p.1).

Os estudantes foram incentivados a construir redes de actantes, que permitiram compreender os perigos ocultos ou “cavalos de Tróia” do telefone celular (FIGURA 7). Segundo os autores, esse tipo de conduta permite trazer mais democracia para o engajamento de estudantes em questões controversas, pois abre a possibilidade de se perceber como os diferentes atores participam dessa rede.

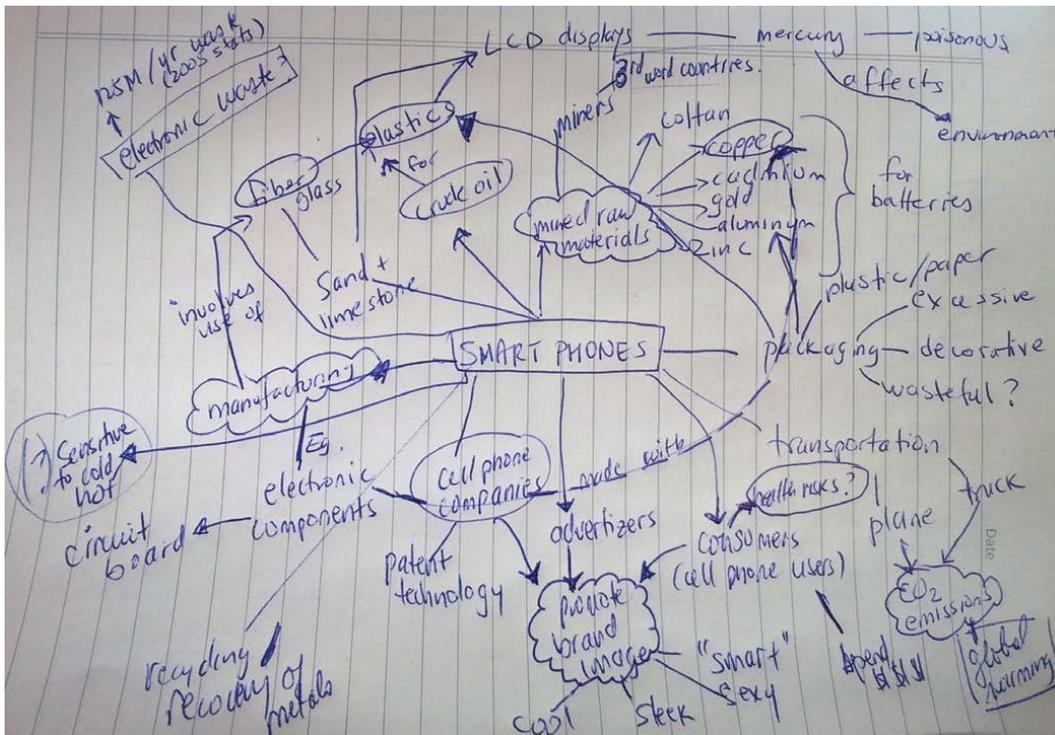


Figura 7: Modelo de rede de atores relacionados ao telefone celular construído por um estudante. O modelo mostra diversos actantes humanos e não-humanos relacionados ao telefone celular e a rede de conexões entre eles (extraído de BENCZE, CARTER e KRSTOVIC, 2014).

O trabalho de Bencze e colaboradores chama a atenção para as relações entre ciência e democracia, e essa questão será aprofundada no capítulo seguinte. Discutiremos de que forma foi construída a imagem do cientista como representante autorizado da natureza, como essa imagem predomina ainda hoje e dificulta a legitimação da participação do leigo na gestão de questões controversas. Discutiremos também como as ideias oriundas dos *Science Studies* e do campo da política têm contribuído para a compreensão da importância da participação do leigo na discussão dessas controvérsias científicas.

CAPÍTULO 3. DEMOCRACIA E EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: PONTOS DE CONVERGÊNCIA COM AS CONTROVÉRSIAS SÓCIO-TÉCNICAS

Quando aqueles com AIDS rejeitam os protocolos experimentais utilizados para ensaios clínicos eles estão lutando para o reconhecimento das identidades das minorias desprezadas.

(CALLON, LASCOUMES e BARTHE, 2009, p.105)

3.1. Educação em ciências para a participação democrática e tomada de decisão

Diferentes campos de pesquisa como o da Política e dos *Science Studies* têm contribuído para repensar as relações entre ciência e democracia (BROWN, 2009, CALLON, LASCOUMES e BARTHE, 2009). Tais estudos podem contribuir também para repensar a forma como ensinamos ciências.

Há um razoável consenso no campo CTS em relação à defesa de currículos pautados pela abordagem de temas de relevância social, destacando-se os temas controversos, cuja decisão pode ter consequências sociais importantes. Dessa forma, um dos objetivos da educação em ciências com enfoque CTS é a formação de cidadãos alfabetizados em ciência e tecnologia e capazes de tomar decisões informadas (AULER, 2007). A questão da tomada de decisão é uma faceta importante dos estudos CTS e diz respeito à importância do ensino de ciências para a formação de cidadãos capazes de fazer escolhas conscientes e participar de processos decisórios (SANTOS E MORTIMER, 2002). Esse cuidado com a formação do cidadão se faz cada vez mais necessário devido ao surgimento de inúmeros casos de controvérsias sócio-técnicas que afetam a vida de todos.

Outros estudos apresentam uma visão diferente segundo a qual a participação na tomada fundamentada de decisões não demanda dos cidadãos um nível de conhecimentos muito elevado e especializado, mas sim, o compromisso com enfoques que contemplem os problemas numa perspectiva mais ampla, humana, ética, coletiva, analisando suas possíveis repercussões a médio e longo prazo. A posse de profundos conhecimentos específicos, como

o que possuem os especialistas num campo determinado de saber, não garantiria a adoção de decisões adequadas à maioria (CASSAB, 2008).

Um papel importante é atribuído aos chamados “ativistas ilustrados”, cidadãos comuns capazes de compreender e participar em questões científicas⁶³. Em algumas situações, profundos conhecimentos específicos, como os que possuem especialistas em determinados campo, não são garantia da adoção de decisões adequadas. São necessários conhecimentos mínimos para “compreender as opções em jogo”. Um exemplo é a denúncia de Rachel Carsons, no livro *Primavera Silenciosa*, sobre os efeitos nocivos do DDT, e a batalha conjunta de alguns cientistas e cidadãos, que foram fundamentais para a proibição desse pesticida (PRAIA, GIL PÉREZ e VILCHES, 2007).

[...] a batalha contra o DDT foi desenvolvida por cientistas como Carson (1980) em conjunto com grupos de cidadãos que foram sensíveis às suas chamadas de atenção e argumentos. [...] Sem a acção desses grupos de cidadãos e cidadãs com capacidade para compreender os argumentos de Carson, a proibição do DDT teria acontecido muito mais tarde, com efeitos ainda mais devastadores. Convém chamar a atenção sobre a influência desses “ativistas ilustrados” e da sua decisiva participação na tomada de decisões, ao fazerem seus os argumentos de Carson (1980) e exigirem rigorosos controles dos efeitos do DDT, que acabaram por convencer a comunidade científica e, posteriormente, os legisladores, obrigando à sua proibição. E convém assinalar, também, que muitos cientistas, com um nível de conhecimentos, sem dúvida alguma, superior aos desses cidadãos, não souberam ou não quiseram ver, inicialmente, os perigos associados ao uso de pesticidas (PRAIA, GIL PÉREZ E VILCHES, 2007, p.144).

Praia e colaboradores defendem a alfabetização científica como meio de formar cidadãos capazes de participação em questões ligadas à ciência e tecnologia. Segundo eles

a alfabetização científica não só não constitui um “mito irrealizável” (SHAMOS, 1995)⁶⁴, antes se impõe como uma dimensão essencial de uma cultura de cidadania, para fazer frente aos graves problemas com que há de enfrentar-se a humanidade hoje e no futuro. [...] Muito

⁶³ Como exemplo, os cidadãos que foram capazes de compreender os argumentos de Rachel Carsons, no livro *Primavera Silenciosa*, sobre os efeitos nocivos do DDT.

⁶⁴ SHAMOS, M. **The myth of scientific literacy**. New Brunswick: Rutgers University Press, 1995.

pelo contrário, o prejuízo tem sido e continua a ser que “a maioria da população é incapaz de aceder aos conhecimentos científicos, que exigem um alto nível cognitivo”, o que implica, obviamente, reservá-los a uma pequena elite (PRAIA, GIL PÉREZ E VILCHES, 2007, p.145).

No entanto, para Callon, Lascoumes e Barthe (2009), a participação dos cidadãos nas discussões sobre temas controversos exige um mínimo de formação científica que torne possível a compreensão dos problemas e das opções disponíveis e tem, em geral, o objetivo de evitar a aplicação apressada de inovações cujas consequências a médio e longo prazo são desconhecidas. Isso não pressupõe nenhum entrave à investigação ou à introdução de inovações, desde que existam razoáveis garantias de segurança. Para esses autores, considerar que, para cooperar em processos decisórios sobre questões sócio-técnicas, o cidadão deva ser cientificamente alfabetizado constitui uma falácia e uma forma de evitar a participação do leigo, limitando essa possibilidade aos poucos iniciados nas ciências.

As discussões apresentadas em Brown (2009) e Callon, Lascoumes e Barthe (2009), nos campos da Política e *Science Studies*, respectivamente, têm desafiado a lógica tecnocrática e a dicotomia ciência *versus* sociedade ao discutir a importância dos leigos não apenas na tomada de decisão, mas na produção do conhecimento científico. Estudos sobre as relações entre ciência e democracia parecem uma via promissora para a busca de avanços na educação em ciências. Nesse sentido, examinaremos como os pressupostos teóricos de Brown, (2009) e Callon, Lascoumes e Barthe, (2009) dentre outros trabalhos, podem contribuir para esse campo de pesquisa.

3.2. A ciência na democracia – representação científica e política em Maquiavel e Rousseau segundo Mark B. Brown.

Brown (2009) consegue oferecer uma visão ampla sobre a democratização da ciência e a “cientifização” da democracia e sobre o quão intimamente interligadas estão as teorias da política e da ciência ao longo de sua história. Segundo esse autor, controvérsias públicas sobre questões como o aquecimento global, a biotecnologia, as dificuldades com a aprovação da

pílula do dia seguinte nos EUA, têm politizado a expertise e a pesquisa científica. Na opinião desse autor, a visão “liberal racionalista” da ciência e da política, que se tornou dominante, defende uma grande separação entre o público leigo, os cientistas e os políticos. Espera-se que os cientistas sejam desinteressados, objetivos e politicamente neutros, que os políticos representem os interesses de seus constituintes e que o público leigo articule seus interesses, mas não participe dos processos de produção do conhecimento científico ou de deliberação política, pois não possui a expertise necessária para isso⁶⁵.

Nos parágrafos seguintes, apresentaremos a discussão de Brown sobre como as ideias de Maquiavel e Rousseau influenciaram o surgimento dessa visão “liberal racionalista” que prevalece ainda hoje. Tais ideias podem ser de interesse para as pesquisas no campo da educação em ciências, principalmente no que se refere à educação para a cidadania e participação em processos democráticos de tomada de decisão.

Brown busca na obra de Maquiavel, especialmente em “O Príncipe”, a origem da “*retórica da distância social*” ou “*retórica da expertise*”, amplamente utilizada pelos cientistas atuais. Maquiavel escreveu a favor e contra a “literatura-espelho-para-príncipes” que visava o aconselhamento para os governantes. Em “O Príncipe” Maquiavel condensou o conhecimento da época sobre os feitos de homens importantes, permitindo ao príncipe aprender, em pouco tempo, o que ele teve grandes dificuldades em realizar. Dessa forma, Maquiavel enfatizou a utilidade da consultoria, que reflete atualmente na importância dada ao consultor científico. Ele denunciou os textos excessivamente elaborados da época e criou uma nova retórica mais objetiva, em que o autor está ausente do texto e o texto é independente das convenções sociais. Maquiavel não representa o mundo ativamente, ele cria representações do mundo, ele não fala; os fatos falam por ele. Assim como a retórica empregada nos relatórios de laboratório, Maquiavel empregou a “retórica da humildade” para se refugiar atrás do método que ele usa para induzir seu objeto a falar. Ele enfatizou o método e apresentou a si mesmo

⁶⁵ Como discutido anteriormente, Latour (1994), chama de “purificação” esse trabalho de separação moderna do mundo natural e mundo social, representado pelos cientistas e políticos, respectivamente.

como um observador que registra um fenômeno pré-existente. Segundo Brown, esse tipo de estratégia iria se tornar central para a ciência moderna. Em seus livros, Maquiavel removeu a si mesmo de seu texto e também removeu o texto da sociedade. Ele sugeriu uma epistemologia que pressupõe que, para a aquisição de conhecimento é necessária a separação entre questões domésticas e questões do mundo social das convenções cotidianas. Ao se remover da sociedade, Maquiavel criou a retórica da distância, como o olhar de um forasteiro, que, segundo Brown, é a condição básica para as teorias modernas da representação. Maquiavel também sugeriu uma nova compreensão da questão do consultor por meio do poder político, insinuando a si mesmo como um mediador necessário para que o príncipe pudesse compreender a linguagem dos textos clássicos e atingir seus objetivos de poder. Esse tipo de atitude retórica é semelhante à do consultor moderno cujo conhecimento é considerado indispensável para os políticos. A “*retórica da expertise*” enfatiza a utilidade da consultoria de um especialista, mas ao mesmo tempo retira o autor do texto. Ela cria uma forte divisão entre especialistas e o público, ou seja, entre cientistas e leigos e essa divisão se reflete nas formas de interação entre cidadãos e cientistas que exclui o leigo da produção do conhecimento, como será discutido adiante.

Segundo Brown, Rousseau demonstrou uma visão ainda mais extrema do racionalismo liberal que Maquiavel. Algumas ideias são elencadas a seguir.

Primeiro, Rousseau alertou para se considerar os resultados morais da ciência e tecnologia e também amoralidade de seus estímulos. Para ele, os efeitos sociais ruins da ciência são tão velhos quanto o mundo e a ciência é um mau uso do tempo, pois seus vários sucessos dependem inúmeros fracassos muito mais perigosos do que a utilidade da verdade. Na opinião desse filósofo, os cientistas são abomináveis a ponto de ousar ter coisas supérfluas enquanto outros homens passam fome. Segundo Brown, essa ideia, ainda encontra respaldo entre alguns acadêmicos e pesquisadores atualmente, questionam se os reais motivos da busca intelectual seria melhorar o mundo ou escapar dele.

Segundo, Rousseau considerou que a ciência tende a tornar as pessoas mais ansiosas do que felizes, pois revela mais problemas do que remédios para resolvê-los. Isso é, atualmente, chamado de “produção da ignorância”

(GROSS, 2007⁶⁶, citado por BROWN, 2009). Para Rousseau, a falta de consenso entre cientistas dificulta a escolha entre os não cientistas.

Para Brown, as concepções de representação política de Rousseau se baseiam em uma visão particular de representação científica. Por meio do conceito de vontade geral⁶⁷ ele demonstra a sua desconfiança em relação à mediação social de conflitos. Ele não recomenda a deliberação pública do processo de discernir a vontade geral e entende que cada cidadão deve intuir suas próprias necessidades e convicções consigo mesmo. Ele elogia eventos públicos que não envolvem deliberação como festivais, paradas e espetáculos e onde os cidadãos têm o papel de testemunha confiável e não de participante controverso ou litigioso. Segundo Brown, a ideia de “vontade geral” é análoga à de fato científico: não mediado, unânime, atemporal:

Rousseau se voltou para o raciocínio natural, senso-comum e não mediado dos cidadãos comuns pela mesma razão que os fundadores da ciência moderna se voltaram para o método científico: para escapar do mundo inconclusivo, frustrante, sujeito a erros – em uma palavra, mediado - mundo da deliberação e discussão (BROWN, 2009, p. 77).

Segundo Brown, Rousseau considera a representação o oposto da liberdade e da democracia e, em seu livro “*O Contrato Social*”, a participação política do cidadão é reduzida ao voto. Assim, a deliberação e a representação são reservadas aos governos. Ele atribui às pessoas a soberania como vontade e aos delegados, atribui qualidades de deliberação e julgamento, associadas aos juízes. Sob o “*Contrato Social*” as pessoas, apesar de poderem expressar sua vontade, não podem decidir. Essa divisão entre vontade do povo e razão da elite é paralela à divisão entre cidadão comum e gênios da elite em sua crítica da ciência moderna. Assim, Rousseau defende a exclusão da maior parte da população, com exceção apenas para os mais talentosos, dos processos de deliberação social e da produção de conhecimento científico. Esse posicionamento fortalece a divisão entre leigos e cientistas.

⁶⁶ GROSS, M. “The Unknown in Process: Dynamic Connections of Ignorance, Non- Knowledge and Related Concepts.” **Current Sociology**, v.55, n. 5, p. 742– 759, 2007.

⁶⁷ Ou vontade da maioria.

Uma alternativa à essa divisão é apresentada, por exemplo, na obra de Michel Callon, em especial o livro de Callon, Lascoumes e Barthe (2009). Esses autores discutem situações nas quais a participação de leigos mostrou-se essencial em situações de controvérsias sócio-técnicas recentes, como veremos a seguir.

3.3. Democratizando a participação do cidadão nas questões científicas

Antes de discutir a democratização da participação do cidadão, é preciso esclarecer uma questão. O que é democracia? Até entrar em contato com os textos de Michel Callon e Mark Brown, meu conceito de democracia se restringia ao verbete do Aurélio:

Democracia. S.f. **1.** Governo do povo; soberania popular. **2.** Doutrina ou regime político baseado nos princípios da soberania popular e da distribuição equitativa de poder, ou seja, regime de governo que se caracteriza, em essência, pela liberdade do ato eleitoral, pela divisão dos poderes e pelo controle da autoridade, i.e., dos poderes de decisão de execução **3.** País cujo regime é democrático. **4.** As classes populares; povo, proletariado (FERREIRA, 1988).

No entanto, ao longo de minhas leituras descobri que o substantivo democracia pode receber diferentes adjetivos: democracia delegativa, democracia dialógica, e democracia participativa, por exemplo. Temos, então, novas nuances.

Callon, Lascoumes e Barthe (2009) ao propor a democratização da democracia, ampliam o sentido dessa palavra. Eles consideram que o modelo vigente, que denominam **democracia delegativa** dificulta a plena participação do cidadão. Segundo esse modelo, o poder de decisão sobre diferentes questões é delegado ao político e, ao cidadão, só cabe participar com o voto. Eles discutem um modelo alternativo, a **democracia dialógica**, no qual há maior envolvimento do cidadão, o que pode contribuir para a democratização da democracia. Essa questão será aprofundada nas próximas seções, nas quais discutiremos os modelos de interação dos cidadãos com cientistas, a

democratização da ciência e da representação e como a representação democrática pode ser institucionalizada.

O trabalho de Callon, Lascoumes e Barthe (2009) propõe uma interpretação diferente para a dinâmica da produção científica, que destaca a inter-relação entre a atividade de pesquisa científica e a gestão política das controvérsias que tem origem nessas atividades. Para esses autores, a clássica divisão entre ciência e sociedade, ou ainda entre especialistas e leigos, tornou-se obsoleta a partir do momento em que precisamos lidar com incertezas inerentes à produção do conhecimento científico. A democracia delegativa, modo tradicional de gestão, negligencia a participação dos cidadãos no tratamento de questões sócio-técnicas o que leva à uma profunda assimetria: aos cientistas são atribuídas as funções de produção de conhecimento científico legítimo e de informar os leigos sobre esse conhecimento; aos políticos, cabe a função de representar os interesses dos cidadãos e fornecer orientação para os seus comportamentos; os cidadãos (leigos), são relegados ao papel de receber informações e orientação de cientistas e políticos (Quadro 1).

Quadro 4: Papel atribuído aos cientistas, políticos e leigos, na democracia delegativa.

Cientistas	Políticos	Leigos
Produção de conhecimento científico legítimo e de informar os leigos sobre esse conhecimento.	Representar os interesses dos cidadãos e fornecer orientação para os seus comportamentos.	Receber informações e orientação de cientistas e políticos.

A discussão sobre a participação dos leigos em debates sobre controvérsias sócio-técnicas é legítima e necessária visto que ciência influencia as formas de vida em comum: o tipo de combustível que usamos, os tratamentos médicos disponíveis, as consequências da poluição, e etc. No entanto, os leigos são excluídos da concepção e implementação de mudanças nessa área. Para Callon, Lascoumes e Barthe (2009), a cooperação do leigo não pode ser negada nem mesmo sob a alegação de ignorância em relação ao conhecimento científico necessário para a tomada de decisão já que, quando necessário, os leigos são capazes de dominar questões científicas/técnicas

muito específicas, e de influenciar o rumo desses assuntos técnico-científicos e trazer contribuições significativas no processo de construção do conhecimento científico.

3.4. Modelos de interação dos cidadãos com cientistas

Segundo Callon (1999), a proliferação de mudanças tecnológicas tem levado ao surgimento de controvérsias e de debates em torno das mesmas com o envolvimento de não especialistas. Para alguns, isso indicaria uma crise de confiança na ciência⁶⁸, com uma desconfiança, por parte dos não-especialistas em relação aos especialistas. Esse autor discorda dessa interpretação e afirma que, se há uma crise, é a da separação entre ciência e sociedade ou, da grande divisão entre especialistas e não-especialistas. Para entender a evolução dessa crise, o autor foca na diversidade de possíveis modos de participação dos não-especialistas nos debates científicos e tecnológicos. Ele distingue três modelos com diferentes graus de envolvimento dos leigos na formulação e aplicação do conhecimento no qual decisões são baseadas: o modelo da educação pública, o modelo do debate público e o modelo da coprodução do conhecimento.

O **modelo da educação pública**⁶⁹ é o mais difundido e que se articula com a premissa segundo a qual apenas os cientistas seriam capazes de compreender a complexidade das questões tecnocientíficas relativas às controvérsias sócio-técnicas, não cabendo ao público (leigo) a participação direta na produção de conhecimento. Dessa forma, esse modelo conduz a uma dupla divisão de direitos de fala e dos papéis de produção dos saberes legítimos entre os cidadãos e os cientistas: aos cientistas cabe o papel de definir os problemas, determinar a constituição do coletivo de pesquisa, produzir e difundir os saberes científicos; já os leigos constituem um público deficitário de saberes pertinentes para esclarecer as questões em estudo, e dependem dos cientistas para isso. A questão essencial desse modelo é a relação de confiança dos leigos em relação aos cientistas. Caso haja

⁶⁸ O autor faz referência ao livro de Ulrich Beck, "Sociedade de risco".

⁶⁹ Também chamado de modelo do déficit (POULIOT, 2009).

desconfiança, ela é atribuída ao analfabetismo e à ignorância de um público que é presa fácil de crenças e paixões. O único antídoto para essa desconfiança em relação aos cientistas seria a educação.

O **modelo do debate público** está fundamentado na oposição entre o conhecimento científico e popular e no pressuposto de que nenhuma discussão é possível a não ser que superstições populares sejam erradicadas. Esse modelo propõe uma relação mais rica entre leigos e cientistas com a reestruturação dos direitos de fala entre cientistas e cidadãos que interagem em espaços públicos de discussão: referendos, enquetes, conferências cidadãs, etc. Os cidadãos podem compor grupos de interesse, formados por pessoas leigas diretamente atingidas por algum problema sócio-técnico e que se envolvem em sua solução. Por exemplo, os participantes da Associação Francesa de pacientes com miopatias (AFM) e os produtores de vinho da França, afetados pelo possível uso de suas terras para depósito de lixo nuclear, formaram grupos de interesse em busca de soluções para suas reivindicações (CALLON e RABEHARISOA, 2008; CALLON, LASCOUMES e BARTHE, 2009).

Os conhecimentos desses grupos de interesse podem enriquecer e tornar mais complexa a problematização das questões sócio-técnicas. Os fóruns de discussão ajudam a evitar o monopólio de fala dos cientistas e atrapalham as fronteiras entre especialistas e não especialistas. Entretanto, esse modelo também realiza uma atribuição assimétrica de papéis na produção de saberes científicos, que continua a ser um papel exclusivo dos cientistas.

Callon (1999) afirma que, apesar de suas diferenças, os dois primeiros modelos pecam pela demarcação, pela separação entre especialistas e leigos.

No **modelo da coprodução do conhecimento** os grupos de interesse participam ativamente na produção de conhecimento que diz respeito às suas demandas. Por terem experiências relevantes em relação à situação de interesse eles são suficientemente competentes para participar da definição de um problema de pesquisa e também para a produção de conhecimentos científicos coletivos. Esse modelo reduz ou supera o fosso entre leigos e especialistas.

Callon e Rabeharisoa (2008), ao abordar o caso da Associação Francesa contra as Miopatias (AFM) enfatizaram algumas características dos grupos de interesse cuja criação e trajetória envolve a relação dos próprios atores com assuntos de interesse originados pelo desenvolvimento da tecnociência. Esses grupos, quando confrontados com situações de incerteza e ignorância, fazem suas próprias investigações, como no caso da AFM, cujos membros se engajaram ativamente na pesquisa o que os levou a construir uma nova identidade. Eles promoveram arrecadação de recursos por meio de um programa de televisão chamado *Le Téléthon*, que financiou a própria associação e a sua possibilidade de definir os rumos da pesquisa. Se, no início desse processo, os pacientes com miopatias eram aberrações da natureza, escondidos da sociedade e condenados a uma morte terrível, com o desenvolvimento da AFM, eles se tornaram visíveis para o público em geral e progressivamente construíram uma identidade que pode ser descrita como uma montagem sócio-técnica fabricada em torno de genes e próteses. Assim, eles mudaram seu status ontológico. A AFM uniu indivíduos e os tornou conscientes de suas semelhanças e interesses comuns e fabricou a sua identidade, o que mostra que é impossível dissociar as dimensões políticas e científicas das ações dessa associação. Ela conseguiu reconfigurar o coletivo em que todos vivemos.

A história da AFM sugere que, sob certas condições, grupos de interesse são capazes de impor uma nova forma de articulação entre a investigação científica e debate político ligando diretamente as questões de conteúdo da investigação e os resultados para o seu papel no coletivo (CALLON e RABEHARISOA, 2008, p. 232).

O ativismo de pacientes com AIDS, na década de 1980, descrito por Epstein, (1995⁷⁰, citado por PAPADOPOULOS, 2011) é outro exemplo da atuação desses grupos de interesse. Os ativistas se organizaram e se tornaram especialistas no assunto, contribuindo para modelar a pesquisa. Eles se tornaram poderosos o suficiente para participar em comitês de testes de drogas em instituições como o *US Food and Drug Administration* (FDA), mudar os

⁷⁰ EPSTEIN, S. The construction of lay expertise: AIDS activism and the forging of credibility in the reform of clinical trials. *Science Technology and Human Values*, v.20, n.4, p. 408–437. 1995.

rumos da pesquisa, dos testes clínicos e da distribuição de medicamentos. Eles se reinterpreteram como uma forma de constituinte político.

Outros exemplos da atuação desses grupos de interesse são discutidos em Callon, Lascoumes e Barthe (2009), e mostram que, em algumas situações, a participação de leigos pode enriquecer a pesquisa científica e evitar a tomada de decisões definitivas que poderão se mostrar inadequadas no futuro. Esses trabalhos vêm ao encontro de outras propostas para a reformulação das relações entre tecnociência e poder e de democratização das escolhas tecnocientíficas. Em uma democracia delegativa não há nenhum espaço para esses grupos de interesse acompanharem os “transbordamentos”⁷¹ das tecnociências. Nessas situações, os políticos não podem se apoiar nas certezas dos especialistas para tomar as decisões e existe uma forte resistência por parte dos cientistas, inquietos pela irracionalidade de opinião pública. Assim, os grupos de interesse não são acolhidos nas instituições e são tratados como se estivessem errados de se envolver nessas questões. Os autores propõem que pesquisadores e grupos de interesse trabalhem juntos no processo de pesquisa, usando, por exemplo, os fóruns híbridos como instância de discussão e troca de conhecimentos. Callon, Lascoumes e Barthe (2009) definem os fóruns híbridos como fóruns nos quais são discutidas a direção das pesquisas e o modo de aplicação de seus resultados. As incertezas predominam e todos podem contribuir com informação e conhecimento que enriqueça a discussão. São importantes para a experimentação e aprendizagem coletiva.

3.5. A democratização da ciência e da representação

Segundo Callon, Lascoumes e Barthe (2009) os fóruns híbridos tendem a por fim na separação entre o público e o privado, pois cada um, ao debater o que é bom para si próprio, também discute o que é bom para os outros. Eles valorizam os processos dialógicos que não poderiam acontecer com seres

⁷¹ No original, *overflows*, que, segundo Callon, Lascoumes e Barthe (2009) são transbordamentos produzidos pelo desenvolvimento da ciência e tecnologia e que originam problemas inesperados e efeitos imprevistos.

“desincorporados”. No trecho abaixo os autores comentam esse tipo de posição, que segundo eles só existe nos livros de filosofia:

Desde Kant, a filosofia política tende a considerar que, antes de entrar no espaço público, os sujeitos humanos devem ser separados de todas as ligações que o prendem ao mundo e ser despojados de seus próprios corpos, identidades sociais e problemas existenciais de tal forma que eles não estejam interessados em nada além do bem comum (CALLON, LASCOUMES e BARTHE, 2009, p. 263).

Para responder à ciência politizada é necessário democratizá-la (BROWN, 2009). Para discutir democratização da representação na ciência e na política esse autor recorre a Thomas Hobbes e John Dewey. A discussão sobre as ideias desses pensadores serão apresentadas nos parágrafos a seguir.

Segundo Brown (2009), Hobbes foi um dos primeiros críticos do dualismo cartesiano e sua principal contribuição foi questionar a possibilidade da separação entre ciência e política. Ao mostrar como política e ciência estão entrelaçados ele se opôs aos teóricos políticos que consideram a política em oposição à ciência. Hobbes concordava que a autoridade política se apoia no consentimento do povo, mas zombava da noção de povo que age como “um” para autorizar uma assembleia que o represente. Para ele, não há um “corpo do povo” anterior à sua representação pelo soberano. Os humanos abdicam do direito de se governar e autorizam uma pessoa ou um conjunto de pessoas para representá-los e, dessa forma, se tornam autores de um poder soberano que é um ator que age em seu nome, *“seu acordo para criar a comunidade é performativo: ele não precede e sim ocasiona a autorização formal de um representante dessa comunidade”* (BROWN, 2009, p.120). Assim, o povo não existe antes da formação da comunidade, o que existe é uma multidão de pessoas isoladas. Portanto, para Hobbes, a criação da comunidade e o processo de autorização de seus representantes ocorrem ao mesmo tempo. Dessa forma, ele desafia o modelo de representação segundo o qual os representantes refletem a vontade coletiva de um povo soberano pré-existente. Essas ideias são importantes para a compreensão da democracia atual, por que a interpretação de que a representação ameaça a democracia se apoia em

uma visão de representação como “um retrato” de uma vontade popular pré-existente. Para Hobbes cada membro do povo possui igual qualificação para autorizar o soberano e a diferença entre eles não é tão considerável: um especialista não é versado em todos os assuntos, ao contrário, em quase tudo o que ele faz, é leigo, assim como os cidadãos comuns.

Em relação à representação, Hobbes diferencia uma **pessoa natural**, que representa suas próprias palavras e ações e **pessoa artificial**, que representa as palavras e ações de outros. Assim, as pessoas ou coisas que não podem autorizar seus próprios representantes (os impedidos de votar, as crianças, as coisas, os animais, outros não-humanos, as futuras gerações) são **representados por ficção**. Isso sugere uma forma de conceber a representação daqueles que não podem autorizar os seus representantes, os quais deveriam considerar não apenas os constituintes eleitores, aqueles que votam, mas também aqueles que não expressam por meio do voto seus interesses. Segundo Brown, essa é uma questão de interesse para a política ambiental, no que diz respeito à forma de representar a natureza. Geralmente é recomendado que os humanos assumam o papel de curadores da natureza, o que não resolve o problema de identificar quais interesses representar. A ciência certamente não é o único meio de mediar a representação desses interesses. A autoridade para representar os interesses da natureza não se apoia diretamente no conhecimento sobre a natureza, um privilégio dos cientistas, mas sim na autorização formal por aqueles que detêm o controle legal sobre ela: os ambientalistas, as agências de proteção, os grupos de interesse ambiental. Esses grupos, formados inclusive por leigos, seriam os porta-vozes para a natureza autorizados formalmente. A representação científica da natureza, não visa, em primeira instância, proteger os interesses da natureza. Os cientistas falam por si mesmos, e isso implica que a representação da natureza que eles produzem reflete os seus próprios interesses em vez de propriedades da natureza. Dessa forma, um cientista é uma “pessoa artificial” que representa por ficção, por que os processos e entidades dos quais os cientistas fazem representações não podem autorizar tais representações. Assim, os cientistas não representam as coisas verdadeiramente por que as coisas não os autorizam a representá-las.

Cientistas representam coisas por ficção e dependem uns dos outros e da sociedade para criar e sustentar representações da natureza.

Dessa forma, para Hobbes, o conhecimento científico não pode ser isolado da política e os representantes políticos não espelham uma vontade pública pré-existente, portanto, ele desafia as fronteiras entre ciência e política. Para Hobbes, sempre que a ciência se enreda nas relações de conflito e poder ela se torna política. Ele considera que as pessoas são responsáveis por cada ato do soberano e pela autorização do soberano em relação às representações científicas da natureza. Assim, não se pode responsabilizar os cientistas e a ciência pelos impactos ambientais atuais. Os cidadãos é que devem se responsabilizar pelas consequências públicas do conhecimento científico, pois toda vez que uma questão científica se tornar politicamente controversa, as pessoas têm o dever de buscar a intervenção do soberano para moderar a controvérsia.

Em relação à Dewey, Brown (2009) afirma que sua maior contribuição para a questão da representação é defender o engajamento público na ciência e ser contrário à ideia de que a política pode ser de alguma forma prioritária em relação à ciência. Dewey se contrapõe à visão de que a ciência possa ser uma atividade tão somente instrumental e dedicada a atingir os objetivos previamente determinados na esfera política. Ao mesmo tempo ele defende processos de negociação entre ciência e política onde os fins e os meios sejam adaptados entre si incessantemente. Dewey considera como a ciência e a expertise podem melhor contribuir para a democracia e mostra como a representação em uma democracia depende das instituições do estado que facilitam o engajamento cívico em contextos locais. Ele aborda a falta de transparência nas questões públicas, o que dificulta uma cidadania democrática genuína⁷², e também identifica um conflito entre complexidade técnica e transparência política que ainda desafia as políticas democráticas. Por exemplo, as questões ambientais envolvem ameaças que permanecem imperceptíveis aos sentidos humanos, tais como a radiação, os pesticidas, as alterações genéticas, o aquecimento global. Os cidadãos leigos dependem dos

⁷² Um cidadão engajado em uma controvérsia sociotécnica pode ter dificuldades em acessar informações importantes, o que poderia comprometer sua participação.

cientistas para obter informações sobre as possíveis ameaças à sua saúde e ao ambiente e, portanto, são privados de recursos para motivar a ação política.

A falta de informação pode afetar não apenas os leigos, mas também quem toma as decisões. Segundo Rosenberg *et al* (2013) boas decisões políticas requerem debate robusto e fundamentado nas melhores informações possíveis. No entanto, mesmo nos EUA é grande a desinformação sobre questões científicas desde os conselhos locais até o Congresso Americano. Até mesmo fatos científicos e técnicos aceitos como conhecimento estabelecido em outras nações desenvolvidas, como as alterações climáticas e a segurança das vacinas, são comumente rejeitados no discurso americano. Quando os tomadores de decisão não podem concordar sobre fatos básicos subjacentes a um problema e a ciência é politizada, bons resultados políticos tornaram-se significativamente menos prováveis. Segundo Latour (2015⁷³) a mediação entre o laboratório e o povo é mais difícil para os políticos que, em nome da ciência, se mantêm distantes de decisões para as quais eles não têm coragem de tomar a responsabilidade para si. Eles se abrigam sob a tela protetora dos experts, sob suas declarações, de modo a não decidir por si mesmos. Um exemplo interessante é o caso do fraturamento hidráulico ou *fracking*, uma técnica de extração de gás natural e xisto. Há controvérsias sobre seu uso, sendo a mesma proibida na França e na Bulgária por oferecer riscos ao meio ambiente⁷⁴. Rosenberg *et al.* (2013), abordam a questão do uso de dinheiro para persuadir autoridades de que o faturamento hidráulico oferece baixo risco, a despeito da opinião de especialistas. Esse é apenas um exemplo de como a influência da indústria ou a pressão política pode resultar em decisões de políticas públicas em que a ciência tem sido deixada de lado em nome da conveniência política.

Segundo Brown (2009), Dewey acredita que para encontrar uma adequada atribuição para a ciência nas questões públicas é preciso promover uma interação entre a comunidade científica e outros grupos e para isso é

⁷³ LATOUR, B. **Scientific Humanities Course**. Week 4: How to deal with controversies? France Université Numérique. Sciences Po. Massive Open Online Course (MOOC), jan-mar. 2015.

⁷⁴ MOSER, M. Futurando. Deutsch Welle Brasil. Brasil quer usar fraturamento hidráulico para explorar gás de xisto. 13.05.2013. Disponível em: <http://www.dw.de/brasil-quer-usar-fraturamento-hidr%C3%A1ulico-para-explorar-g%C3%A1s-de-xisto/a-16794512> Acesso em 04/02/2015.

necessária a disseminação pública de conhecimento científico e de hábitos de pensamento. Os cidadãos não precisam se tornar “omnicompetentes”, mas precisam aprender a julgar se um conhecimento especializado pode ou não contribuir para a resolução de problemas públicos. Dewey discute que os especialistas dependem da colaboração popular para a criação e uso do conhecimento científico. Assim, se os especialistas se isolam da sociedade eles “*se tornam uma classe com interesses privados e conhecimentos privados*” (BROWN, 2009, p. 150). Portanto, o conhecimento dos especialistas deve ser integrado à sociedade e os leigos e especialistas devem informar uns aos outros.

3.6. Como a representação democrática pode ser institucionalizada?

Segundo Callon, Lascoumes e Barthe (2009) nossas democracias levam ao isolamento dos cientistas, que têm o monopólio da produção do conhecimento e à divisão entre cidadãos e representantes políticos, que pode levar à constituição de um universo fechado de políticos profissionais. Assim, a democracia delegativa purga o debate político e exclui todas as incertezas. As duas divisões separam especialistas e leigos, políticos profissionais e cidadãos comuns. A dupla delegação leva à existência dessas duas divisões que confina o debate sobre o conhecimento aos pesquisadores profissionais e confina o debate sobre a composição do coletivo aos representantes políticos. O principal argumento desses autores é que a democracia delegativa não é mais competente para manejar os inúmeros transbordamentos gerados pela ciência e tecnologia. O representante não representa a vontade geral e os grupos minoritários interessados, por exemplo, em uma questão ambiental ou uma associação de doentes, podem não ser adequadamente representados. Uma decisão apressada e equivocada pode ser irreversível e esse temor levou à criação da lei da batalha ⁷⁵, na França, que resultou no adiamento de decisões no que diz respeito ao destino do lixo nuclear.

⁷⁵ No original, *Bataille law*, de 30 de dezembro de 1991, foi a primeira lei Francesa relacionada ao domínio nuclear. Foi assim chamada por ter sido formulada após uma mobilização social, iniciada por viticulturistas locais, contra o projeto de enterrar rejeitos nucleares em extratos profundos do subsolo. Mesmo com as supostas garantias de segurança, os envolvidos nos protestos temiam que suas terras e

Segundo Callon e colaboradores, a representação das minorias é outro problema complexo nas democracias avançadas. O mesmo é verdade para a representação das futuras gerações. Quem tem interesse em representá-las? Assim, quanto mais dialógicos os processos decisórios, mais provável que o futuro seja levado em consideração. Desse modo, o surgimento de controvérsias sócio-técnicas desperta a necessidade de procedimentos mais abertos, que fomentem os debates entre os interessados. Segundo os autores, os fóruns híbridos permitem enriquecer os procedimentos democráticos, pois podem servir como laboratórios nos quais as democracias representativas aprendam a como lidar com as minorias ou grupos não representados. Os autores propõem o estabelecimento de uma democracia dialógica, não para substituir a democracia delegativa, mas para enriquecê-la e nutri-la. Propõem a combinação das duas. As controvérsias não apenas devem existir como devem ser bem vindas, reconhecidas, encorajadas, organizadas. Devem ser objeto constante de nosso interesse, pois é em situações de controvérsias que novas possibilidades são vislumbradas.

Brown (2009) considera o papel das instituições, em especial as diretrizes para a formação de painéis consultivos do governo, na democracia. Ele propõe considerar especialistas e não-especialistas como parte do mesmo grupo em tais painéis e utilizar a diversidade de perspectivas como o principal critério para a formação do painel, ao invés de mantê-los separados e avaliar suas contribuições. Dessa forma, Brown rejeita a ideia de que a interação entre especialistas e não-especialistas, em grupos de discussão, poderia intimidar os não-especialistas.

3.7. Educação científica para a democracia e construção de mundos possíveis

Segundo Auler (2011), uma educação que privilegia o cientificismo é um alicerce para a tecnocracia e a exclusão da dimensão política, que reduz a análise ao campo técnico-científico, contribui para a constituição de valores tecnocráticos e aceitação dos milagres da tecnologia. Com isso, perdemos a

seus vinhos fossem desvalorizados no futuro pelas suspeitas de vazamentos radioativos (CALLON, LASCOUMES E BARTHE, 2009).

chance de moldar o futuro. Há, portanto, a necessidade de uma educação para a democratização de processos decisórios, o que implica em considerações de natureza econômica e sociológica e sugere um currículo estruturado em torno de problemas reais e controvérsias, no qual os conteúdos vêm depois.

Em resposta à necessidade de mudanças no ensino de ciências, pesquisas do campo de educação em ciências se preocupam com a formação de cidadãos dentro de uma “cultura científica” para a cidadania (BADER e THERRIAULT, 2008; BENCZE, 2014; SANTOS, 2011; CACHAPUZ 2011; CAPELO e PEDROSA, 2011). Aqui cabe enfatizar o papel do ensino de ciências por meio de temas controversos, suas implicações sociais e as possíveis formas de participação do cidadão para defender seus interesses nesse tipo de situação cada vez mais frequente. Isso nos remete às relações entre ciência e democracia, tema abordado anteriormente, e à possibilidade de contribuição desse tipo de discussão para a educação escolar.

Disto podemos extrair a necessidade de mudanças no ensino de ciências: ir além dos trabalhos voltados para a formação de cidadãos para a tomada de decisão e incentivar a formação de cidadãos capazes de utilizar os conhecimentos para a democratização de questões científicas, participação ativa em discussões que dizem respeito à construção dos mundos possíveis⁷⁶, cenário no qual gostaríamos de viver⁷⁷.

O surgimento de diferentes fóruns de discussão, que buscam alternativas para a realidade corrente, é um exemplo prático da tentativa de construção desses mundos possíveis. O Fórum Social Mundial (FSM), por exemplo, é descrito como um espaço pedagógico para os movimentos sociais criarem novas formas de imaginar o futuro, por meio da análise da realidade

⁷⁶ Ou cenários possíveis, expressão empregada por Callon, Lascoumes e Barthe (2009).

⁷⁷ “Na realidade, a ciência muitas vezes se revela incapaz de estabelecer a lista de mundos possíveis e de descrever cada um deles exatamente. Isso equivale a dizer que não podemos antecipar as consequências das decisões que possam vir a ser feitas; não temos um conhecimento suficientemente preciso das eventuais opções, a descrição da constituição dos mundos possíveis esbarra em núcleos resistentes de ignorância, bem como o comportamento e as interações das entidades fazendo-as permanecerem enigmáticos” (CALLON, LASCOUMES e BARTHE, 2009, p. 21).

corrente (ANDREOTTI E DOWLING⁷⁸, 2004, citado por Roelvink, 2010). Dessa forma,

"Por meio do diálogo que se segue testemunhos no FSM, grupos do movimento social podem começar a desenvolver um novo discurso que corresponde a suas esperanças e desejos de como o mundo "deve" ser" (ROELVINK, 2010 p.115, aspas do original).

Esse tipo de espaço pedagógico precisa também ser construído nas escolas, como alternativa ao ensino de ciências tradicional, que visa à preparação para o vestibular. Alguns trabalhos nessa direção mostram alternativas para o ensino de ciências menos voltado para os conteúdos e mais direcionado para a formação para a cidadania e discussão de problemas sócio-técnicos atuais (ALBE, 2005; BENCZE, CARTER e KRSTOVIC, 2014; POULIOT, 2008 e 2009; RICHARD e BADER, 2009).

Segundo Auler (2011), a constante tensão entre postulações democráticas e tecnocráticas na educação em ciências, especialmente no campo CTS, pode estar relacionada à uma formação dos professores de ciências em um contexto no qual não há a problematização das concepções de neutralidade da ciência e determinismo tecnológico. Em relação às controvérsias sociocientíficas, por exemplo, há poucos trabalhos sobre a visão dos professores atuantes e dos professores em formação (ALBE, 2009).

Em nossa revisão bibliográfica, também encontramos poucos trabalhos que utilizam a ANT para a pesquisa sobre formação de professores. Os trabalhos levantados tratam do mapeamento dos atores envolvidos na formação de licenciandos em Ciências Biológicas e composição de interesses em relação à rede identitária docente (ALLAIN, 2015), a questão da materialidade na formação de professores (COUTINHO *et al.* 2015) e análise das concepções de meio ambiente e saúde de professores em formação em curso de educação a distância (LACERDA, 2012). Dessa forma, justifica-se a importância desse trabalho no qual buscamos compreender como professores em formação inicial abordam a controvérsia do aquecimento global.

⁷⁸ ANDREOTTI, V., DOWLING, E., WSF, ethics, and pedagogy. *International Social Science Journal*. v.56, n.182, p. 605–613. 2004.

CAPÍTULO 4. METODOLOGIA

Eu estava disposto a trocar esse rótulo por outros mais elaborados como “sociologia de translação”, “ontologia actante-rizoma”, “sociologia de inovação” etc.; mas uma pessoa me observou que o acrônimo ANT (Actor-Network Theory) era perfeitamente adequado para um viajante cego, míope, viciando em trabalho, farejador e gregário. Uma formiga (ANT) escrevendo para outras formigas, eis o que condiz muito bem com o meu projeto.

(LATOURE, 2012, p. 28)

Nesse capítulo apresentaremos os procedimentos metodológicos utilizados nessa pesquisa.

Tendo discutido o ensino de controvérsias no contexto educacional (Capítulo 01) e como os *Science Studies* e a área de Política têm contribuído para a compreensão das relações entre ciência e política e para fomentar a democratização da ciência (Capítulos 02 e 03), desejamos estudar como os futuros professores de ciências e biologia lidam com a controvérsia do aquecimento global.

4.1. Os parceiros da pesquisa – licenciandos do PIBID

Os parceiros dessa pesquisa foram licenciandos do curso de Ciências Biológicas de uma universidade pública brasileira, participantes do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – PIBID.

O PIBID é uma iniciativa para o aperfeiçoamento e a valorização da formação de professores para a educação básica. Foi iniciado, em nível nacional, por meio do edital MEC/CAPES/FNDE, em novembro de 2007⁷⁹ (PIBID, 2015). O programa concede bolsas a alunos de licenciatura participantes de projetos de iniciação à docência desenvolvidos por Instituições de Educação Superior (IES) em parceria com escolas de educação básica da rede pública de ensino. Os projetos devem promover a inserção dos estudantes no contexto das escolas públicas desde o início da sua formação

⁷⁹ O PIBID Biologia participou do primeiro edital MEC/CAPES/FNDE, em novembro de 2007.

acadêmica para que desenvolvam atividades didático-pedagógicas sob orientação de um docente da licenciatura e de um professor da escola (BRASIL, 2015). Os objetivos desse programa, como descrito no site da CAPES, são:

- Incentivar a formação de docentes em nível superior para a educação básica;
- Contribuir para a valorização do magistério;
- Elevar a qualidade da formação inicial de professores nos cursos de licenciatura, promovendo a integração entre educação superior e educação básica;
- Inserir os licenciandos no cotidiano de escolas da rede pública de educação, proporcionando-lhes oportunidades de criação e participação em experiências metodológicas, tecnológicas e práticas docentes de caráter inovador e interdisciplinar que busquem a superação de problemas identificados no processo de ensino-aprendizagem;
- Incentivar escolas públicas de educação básica, mobilizando seus professores como co-formadores dos futuros docentes e tornando-as protagonistas nos processos de formação inicial para o magistério;
- Contribuir para a articulação entre teoria e prática necessárias à formação dos docentes, elevando a qualidade das ações acadêmicas nos cursos de licenciatura (BRASIL, 2015)

Antes de iniciar a coleta de dados, eu acompanhei as reuniões semanais do PIBID, realizadas na universidade, no período de março a agosto de 2012. Nessa época, tínhamos a intenção de estudar um projeto interdisciplinar, sobre a água, que se encontrava em andamento na universidade e envolvia licenciandos do PIBID, das áreas de biologia e química. Entretanto, ao longo das reuniões, percebemos que tal trabalho seria inviável. O projeto foi reformulado e resolvemos mudar o foco para a questão do aquecimento global por ser um tema relevante, tratado como uma controvérsia e que tem tido grande destaque no meio acadêmico e mídia. Decidimos continuar a acompanhar o grupo do PIBID por acreditarmos ser essa proposta uma importante iniciativa para a formação docente.

O grupo do PIBID Biologia é formado por vinte licenciandos, divididos em quatro subgrupos, cada qual com cinco licenciandos orientados por um professor supervisor. Cada um desses quatro subgrupos atua em uma escola

pública diferente e todos são coordenados por um professor vinculado à universidade.

A rotina de trabalho do PIBID inclui doze horas de atividade dos licenciandos na escola e uma reunião semanal na universidade, com a participação dos quatro subgrupos, seus respectivos professores supervisores, além do professor coordenador da universidade. Para a realização desse trabalho foram escolhidos dois desses subgrupos (denominados de agora em diante grupo 1 e grupo 2).

A escolha de dois, dentre os quatro grupos, foi motivada por duas questões: 1) no projeto original sugerimos acompanhar os quatro grupos, o que foi desaconselhado pelo parecerista, devido à demanda de tempo; 2) a escolha dos dois grupos se deu por critérios relacionados ao tempo de experiência dos supervisores (os mais antigos no PIBID) e atuação dos licenciandos, mais participativos em comparação aos demais.. Além disso, nos dois grupos não incluídos na pesquisa as supervisoras eram recém chegadas ao PIBID e ainda estavam se adaptando ao trabalho no programa.

O grupo 1 atuava em uma escola pública estadual localizada em um bairro nobre da cidade, que completou 50 anos de existência, em sua localização, à época da coleta de dados, mas cuja história remonta a mais de cento e cinquenta anos. Essa escola tradicional atualmente atende a um público proveniente de outros bairros da cidade, visto que os moradores da região preferem escolas particulares. A escola é de grande porte, tem uma boa estrutura física, contando com laboratório para aulas práticas, quadras esportivas, auditório. A escola possui um pequena biblioteca com acervo limitado principalmente a livros didáticos. Na época da coleta de dados havia um computador conectado à internet à disposição na sala dos professores.

A professora supervisora responsável pelo grupo é formada em Ciências Biológicas e tinha, no período em que se deu esse trabalho, 22 anos de docência e especialização em educação ambiental. Nessa época da pesquisa essa professora estava envolvida em diferentes projetos, dentre eles, o uso de histórias em quadrinhos para ensino de Biologia e a elaboração de um livro junto com os licenciandos. Esse livro foi publicado pelo PIBID após o fim da coleta de dados.

O grupo 2 atuava em uma escola pública estadual, localizada em um bairro da periferia da cidade, que atendia principalmente aos moradores da região. A estrutura física dessa escola é mais simples, comparada à outra, com espaço físico bem mais limitado, com menor número de salas de aula. A escola também possui um laboratório para aulas práticas e uma quadra esportiva. A biblioteca é pequena e o acervo limitado principalmente a livros didáticos. Nessa escola também havia apenas um computador conectado à internet na sala dos professores.

O professor supervisor responsável pelo grupo é formado em Ciências Biológicas e estava cursando uma especialização em ensino de ciências em uma universidade pública federal. Na época da pesquisa, ele tinha, aproximadamente 10 anos de docência.

Antes de iniciarmos a coleta de dados o projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa – COEP e aprovado pelo mesmo. Para atender às normas relacionadas à ética na pesquisa com seres humanos, elaboramos um termo de consentimento livre e esclarecido (ANEXOS 1 e 2) que foi devidamente apresentado e autorizado pelos participantes da pesquisa.

4.2. Coleta de dados

Foi solicitado aos dois grupos (1 e 2) a elaboração de atividades didáticas, para o ensino médio, a respeito da controvérsia sobre o aquecimento global. A escolha desse tema ocorreu após um acordo com os professores supervisores, sobre o tema controverso que melhor se adequaria ao conteúdo trabalhado pelos mesmos. Durante essa fase a pesquisadora frequentou as reuniões semanais do PIBID realizadas nas duas escolas. A observação das reuniões dos dois grupos durou 9 semanas no grupo 1 e 8 semanas no grupo 2. Além disso, também foram observadas as reuniões realizadas na universidade com todos os quatro subgrupos, mas esses dados não foram utilizados para análise.

Os procedimentos metodológicos caracterizam-se por uma abordagem de pesquisa qualitativa, que se configura como uma observação participante⁸⁰ com perspectiva etnográfica (ANGROSINO, 2009; GREEN e BLOOME, 1998). Nesse sentido, meu papel no decorrer da coleta de dados foi: 1) propor a produção da atividade didática sobre o aquecimento global aos dois grupos participantes da pesquisa; 2) participar, como observadora, de todas as reuniões realizadas para a produção das atividades, interferindo o mínimo possível no andamento das mesmas.

Foram utilizados os seguintes instrumentos para a coleta de dados:

- a) Observação do trabalho dos dois grupos (DELAMONT, 2008).
- b) Gravações em áudio das reuniões dos grupos, relacionadas à preparação das atividades.
- c) Anotações em caderno de campo (ANGROSINO, 2009).
- d) Registro das fontes de consulta utilizadas pelos grupos. Coleta de materiais produzidos pelos grupos – atividades didáticas e apresentações em *Power-Point*.

4.3. Análise de dados

Os arquivos de áudio, em formato WAV e MP3, foram transferidos para o programa *Express Scribe*, versão 5.56, que auxilia no processo de transcrição. Devido ao grande volume de material gravado (cerca de 40 horas de gravação) e ao fato de que parte da gravação não tinha interesse direto para essa pesquisa⁸¹, foram transcritos integralmente e armazenadas em

⁸⁰ A observação participante “não é propriamente um método, mas sim um estilo pessoal adotado por pesquisadores em campo de pesquisa que, depois de aceitos pela comunidade estudada, são capazes de usar uma variedade de técnicas de coleta de dados” (ANGROSINO, 2009, p. 34). Pressupõe que o método e os produtos etnográficos sejam associados à observação participante em campo; que os membros da comunidade estudada concordem com a presença do pesquisador entre eles.

⁸¹ Em vários momentos durante as reuniões os participantes falaram sobre outros assuntos não relacionados à pesquisa, tais como, assuntos pessoais, questões ligadas ao PIBID ou ao curso de graduação. Em uma das reuniões do grupo 1, um jornal que estava sobre a mesa provocou diversas interrupções, devido aos comentários de um dos licenciandos em relação às notícias. Uma das licenciandas do grupo 2 vendia bombons durante a reunião, o que também levava a interrupções nos trabalhos.

documentos eletrônicos apenas os trechos diretamente relacionados aos objetivos de pesquisa.

Para a transcrição foi utilizado um código simplificado cuja pontuação permite se aproximar da linguagem oral. Foi utilizada a seguinte codificação, segundo SILVA (2011):

(?) Mudança de tom, indicando pergunta.

(!) Mudança de tom, indicando exclamação.

(()) Indica falas lacunares, fazer menção a elementos de situação extra verbal por meio de comentários do transcritor.

/ Indica uma pequena pausa

() Indicam uma pausa maior e sua duração

// indica que o discurso foi interrompido pela próxima intervenção

[] indica o início e o fim de duas falas simultâneas.

Os trechos não transcritos na íntegra foram resumidos em um relatório descritivo das reuniões, que reúne todo o conteúdo discutido durante esses encontros. As informações gravadas em áudio foram complementadas com anotações do caderno de campo.

Para análise qualitativa de informação escrita foi utilizado o software *NUD*IST*. Os relatórios de cada reunião foram inseridos no programa, constituindo assim uma base de dados, denominada *document explorer*, a ser analisada. Nesse software os códigos são armazenados em um sistema denominado *nodes*, ou nós, que vão armazenar as referências para os conceitos, categorias e hipóteses. Foi possível, por exemplo, codificar todo o material resultante das reuniões e, posteriormente, efetuar buscas de palavras e categorias (*text searches*) na base de dados. Essa busca oferece a vantagem da velocidade, especialmente quando se trabalha com grande volume de dados. O programa também possibilita a análise de padrões de codificação (*Index Search*) que permite formular e responder a questões sobre

relacionamentos entre categorias e padrões de codificação de documentos (TEIXEIRA e BECKER, 2001).

A partir da análise do relatório descritivo das reuniões foi possível construir uma codificação (QUADRO 01) constituída por categorias que enumeram as características mais fundamentais e pertinentes que encontramos no texto, segundo orientações de Ferreira e Machado (1994).

Quadro 5: *Index tree* ou árvore de codificação utilizada no programa NUD*IST.

INDEX TREE (ÁRVORE DE CODIFICAÇÃO) para o NUD*IST
(1) ESCOLA
(1 1) Escola A
(1 2) Escola B
(2) ACTANTES HUMANOS ENVOLVIDOS NA EMERGÊNCIA DO OBJETO DE ENSINO
(2 1) Licenciandos do PIBID
(2 2) Supervisor
(2 3) Estudantes
(2 4) Outros
(3) ACTANTES NÃO-HUMANOS ENVOLVIDOS NA EMERGÊNCIA DO OBJETO DE ENSINO
(3 1) Livros e outros materiais impressos de consulta
(3 2) Internet/vídeo/áudio/imagem
(3 3) Disciplinas do curso/palestras
(3 4) Tipo de atividade didática proposta
(3 5) Outras questões pedagógicas
(3 6) Tempo
(3 7) Infraestrutura/ Recursos audiovisuais
(3 9) Outra
(4) DESAFIOS e PONTOS POSITIVOS
(4 1) Actantes que influenciaram positivamente na emergência do objeto de ensino
(4 2) Actantes que influenciaram negativamente na emergência do objeto de ensino
(5) DISCUSSÃO SOBRE A CONTROVÉRSIA DO AQUECIMENTO GLOBAL
(5 1) Posição cética – Aquecimento como processo natural
(5 2) Posição Aquecimentista - Aquecimento como processo antrópico
(5 3) Posição neutra
(6) ACTANTES EVOCADOS PELO GRUPO RELATIVOS À CONTROVÉRSIA DO AG
(6 1) Cientistas
(6 2) Leigos
(6 3) Políticos
(6 4) Actantes não-humanos
(7) AGÊNCIA
(8) ATIVIDADES NÃO RELACIONADAS AO PIBID
(9) RELAÇÕES CIÊNCIA x POLÍTICA

A partir do relatório descritivo das reuniões delineamos as redes com os humanos e não humanos, nas quais cada actante é representado por um nó e as conexões entre actantes são representadas pelas arestas. Para isso utilizamos o software livre GEPHI, versão 0.8.2 (BASTIAN et al., 2009).

Dois recursos adicionais do Gephi foram utilizados para permitir a visualização de grupos, já que na rede inicialmente formada os nós são dispostos de forma aleatória.

O primeiro recurso foi o algoritmo ForceAtlas2, que destinado a dar uma forma legível a uma rede, que Jacomy et al. (2012) chamam de “espacialização”. Esse algoritmo ao ser executado faz com que as arestas aproximem os nós a que estão conectadas e, simultaneamente, que os nós não conectados por arestas sejam repelidos. Assim, grupos de nós ligados pela mesma aresta ficam próximos.

A técnica tem a vantagem de permitir uma interpretação visual da estrutura. Sua essência é a de transformar proximidades estruturais em aproximações visuais, facilitando a análise e, em especial, a análise de redes sociais (JACOMY et al., 2012).

Além disso, as proximidades entre nós expressam grupos (NOACK⁸², 2009 citado por JACOMY et al. 2012).

O segundo recurso foi o teste de modularidade (BLONDEL et al., 2008) que, ao ser executado “decompõe as redes em subunidades ou comunidades, que são conjuntos de nós altamente interconectados”, distintos por cores diferentes. Esse método é particularmente indicado para grandes redes. No caso das pequenas redes utilizadas nesse trabalho, esse algoritmo não revela grupos com precisão, mas ajuda a destacar os diferentes grupos com cores distintas.

Para realizar a análise dos dados o principal referencial teórico-metodológico utilizado foi a Teoria Ator-Rede. Demais aportes teóricos são aqueles oriundos da Sociologia das Ciências e do campo da Política. As questões comuns, desenvolvidas nesses trabalhos, são as relações entre

⁸² NOACK, A. Modularity clustering in force-directed layout. *Physical Review*, v.79, n.2, 2009.

ciência e política e o estudo da participação do cidadão em questões controversas, ligadas à ciência, como descrito nos capítulos 2 e 3.

Serão apresentados no capítulo seguinte os resultados.

CAPÍTULO 5. AS REUNIÕES PARA ELABORAÇÃO DAS ATIVIDADES DIDÁTICAS SOBRE O AQUECIMENTO GLOBAL

Antes do treino, os odores que atingiam os alunos não os faziam agir, não os faziam falar, não os tornavam atentos, não os excitavam de formas precisas: qualquer grupo de odores produziria nos alunos o mesmo efeito ou afecto geral e indiferenciado. Concluídas as sessões de treino, já não é indiferente que os odores sejam distintos.

(LATOURE, 2007, p. 41)

Nesse capítulo faremos uma breve descrição das reuniões dos grupos. Apresentaremos, também, as redes de actantes mobilizados em cada reunião.

Para não identificar os participantes, seus nomes foram substituídos por pseudônimos. Os principais actantes seguidos foram os licenciandos, através de suas falas, gravadas em áudio. Outros actantes que compõem as redes são: supervisores e materiais produzidos pelos dois grupos (ANEXOS 3, 4, 5 e 6), além de outros actantes humanos e não-humanos mobilizados durante as reuniões.

5.1. Descrição das reuniões do grupo 1

O grupo 1 é formado pelos licenciandos Isamara, Lorraine, Luciano, Paulo, Théo e a supervisora Fátima.

Reunião 1 – grupo 1

Participaram da primeira reunião, três licenciandos do PIBID: Isamara, Théo e Luciano. Paulo estava doente e Lorraine não compareceu. A supervisora Fátima estava em sala de aula e, portanto, não participou desse encontro. A reunião foi realizada na biblioteca da escola, que estava funcionando normalmente, inclusive com alunos estudando ou circulando para pegar livros. A biblioteca fica ao lado de um corredor com grande circulação de alunos e muito barulho. A rede de actantes mobilizados na reunião está representada na Figura 8.

Nesse dia aconteceu uma espécie de “brainstorming”, em que várias ideias surgiram. O grupo já estava ciente do trabalho proposto, e já havia pesquisado o tema “Aquecimento Global” em livros didáticos de biologia e geografia.

Na rede construída (FIGURA 8) podemos observar que o Aquecimento Global (AG) foi abordado principalmente como um fenômeno antrópico, relacionado ao aumento da concentração de CO₂ na atmosfera que foi associado à agropecuária, ao desmatamento e à produção de carvão. Os licenciandos citaram a curva de Keeling⁸³, que mostra as concentrações de CO₂ ao longo das últimas cinco décadas, e os possíveis motivos pelos quais as energias alternativas não são implementadas. O aquecimento global como fenômeno natural foi citado, mas não aprofundado.

No que se refere às fontes de pesquisa os licenciandos discutiram como o aquecimento global é tratado nos livros de Geografia e Biologia e a possibilidade de uso do protocolo de Kyoto⁸⁴ como material de referência. Foi comentado um artigo que analisa os livros de geografia segundo o qual, de doze livros analisados só quatro tratam do tema.

Os licenciandos abordaram as relações entre ciência e política ao tratar de dados científicos forjados e da falta de ação em relação ao aquecimento global. Houve questionamentos sobre as informações que os alunos recebem da mídia e o grupo se preocupou em como expor os fatos relacionados ao aquecimento global sem influenciar os alunos.

No que se refere à produção da atividade didática, os licenciandos sugeriram a leitura e discussão de textos e a realização de aulas práticas que permitissem a discussão das causas e consequências do aquecimento global além da busca de soluções para o problema. Foi proposto o uso do *facebook*⁸⁵

⁸³ Gráfico que mostra as mudanças na concentração atmosférica de CO₂, medida em uma estação de monitoramento em Mauna Loa, Havaí, desde 1958. Foi proposto pelo climatologista Charles David Keeling.

⁸⁴ O Protocolo de Kyoto “constitui um tratado complementar à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Criado em 1997, definiu metas de redução de emissões para os países desenvolvidos, responsáveis históricos pela mudança atual do clima”. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/protocolo-de-kioto> Acesso em: 01/04/2016.

⁸⁵ Site de rede social fundado por Mark Zuckerberg, dentre outros, em 2004.

e *Google docs*⁸⁶ para a troca de experiências no grupo e construção coletiva do texto. A limitação de tempo e a questão da grade curricular surgiram como possíveis empecilhos à realização da atividade proposta.

Podemos observar que as principais questões discutidas durante essa reunião giraram em torno do fenômeno do aquecimento global e dos actantes envolvidos na produção da atividade didática (fontes de pesquisa, atividades, tempo, grade curricular, etc.) (FIGURA 8).

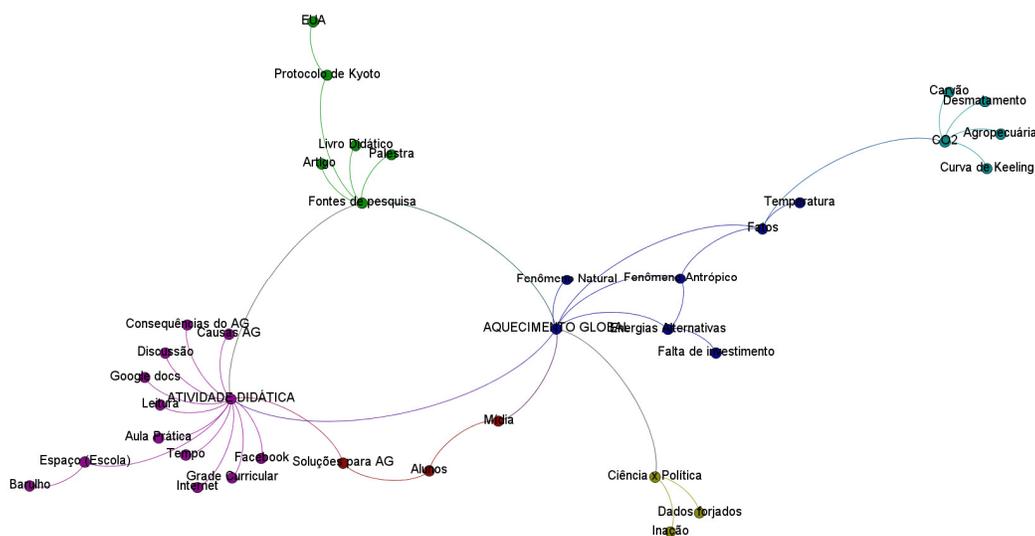


Figura 8: Rede de actantes mobilizados pelos licenciandos do grupo 1, durante a reunião 1, para produção de atividade sobre o aquecimento global.

Reunião 2 - grupo 1

Participaram da segunda reunião, duas licenciandas do PIBID: Isamara e Lorraine. Começamos a reunião na sala dos professores, e decidimos ir para uma área entre o estacionamento e a quadra coberta, onde teríamos menos ruído e circulação de pessoas. No final da reunião, voltamos para a sala dos professores novamente, pois um professor precisou usar o espaço onde estávamos. No início da reunião Isamara recapitulou a discussão do primeiro dia, na qual Lorraine estava ausente. A rede de actantes mobilizados na reunião está representada na Figura 9.

⁸⁶ Aplicativo do site Google que permite a edição de um mesmo documento por usuários diferentes.

Dentre as questões discutidas, destacamos: a proposta de produção de um texto com informações básicas para fomentar a discussão sobre o aquecimento global e a divisão da aula em leitura do texto e discussão de dados atuais com os estudantes.

Ao discutir a sugestão de que os alunos proponham soluções para o aquecimento global, Lorraine questionou se poderiam abordar apenas a questão social envolvida no aquecimento global e deixar as questões científicas de fora. Segundo ela, as questões científicas seriam importantes para dar embasamento teórico para o trabalho dos estudantes.

Foi sugerido dividir a turma em dois grupos: um com visão antropogênica do aquecimento global e outro que trata o aquecimento global como fenômeno natural e, a partir desses dois grupos, fazer um júri simulado. Isso exigiria dos estudantes um preparo anterior. Elas também sugeriram a realização de um pré-teste para avaliar os conceitos prévios dos estudantes.

As licenciandas discutiram principalmente as causas antrópicas do aquecimento global, enfatizando os fatos relacionados ao fenômeno, tais como o derretimento das geleiras e suas consequências. Elas sugeriram discussões a respeito do protocolo de Kyoto, da “pegada ecológica⁸⁷” e da Conferência Rio + 20⁸⁸, além de questões sobre o uso da energia e da obsolescência programada. Isamara questionou a possibilidade de ser apenas um fenômeno natural relacionado à era interglacial, mas não aprofundaram a questão. Além disso, elas comentam que durante a graduação nunca tiveram disciplinas que tratassem do aquecimento global.

Nessa reunião, as duas licenciandas recapitularam o que foi tratado no primeiro dia e a discussão girou em torno do fenômeno do aquecimento global e dos actantes envolvidos na produção da atividade didática (fontes de pesquisa, atividades propostas, etc.) (FIGURA 9).

⁸⁷ “A Pegada Ecológica é uma metodologia de contabilidade ambiental que avalia a pressão do consumo das populações humanas sobre os recursos naturais”. Disponível em: http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/especiais/pegada_ecologica/o_que_e_pegada_ecologica/ Acesso em: 06/04/2016.

⁸⁸ Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, foi um evento realizado em julho de 2012, no Rio de Janeiro.

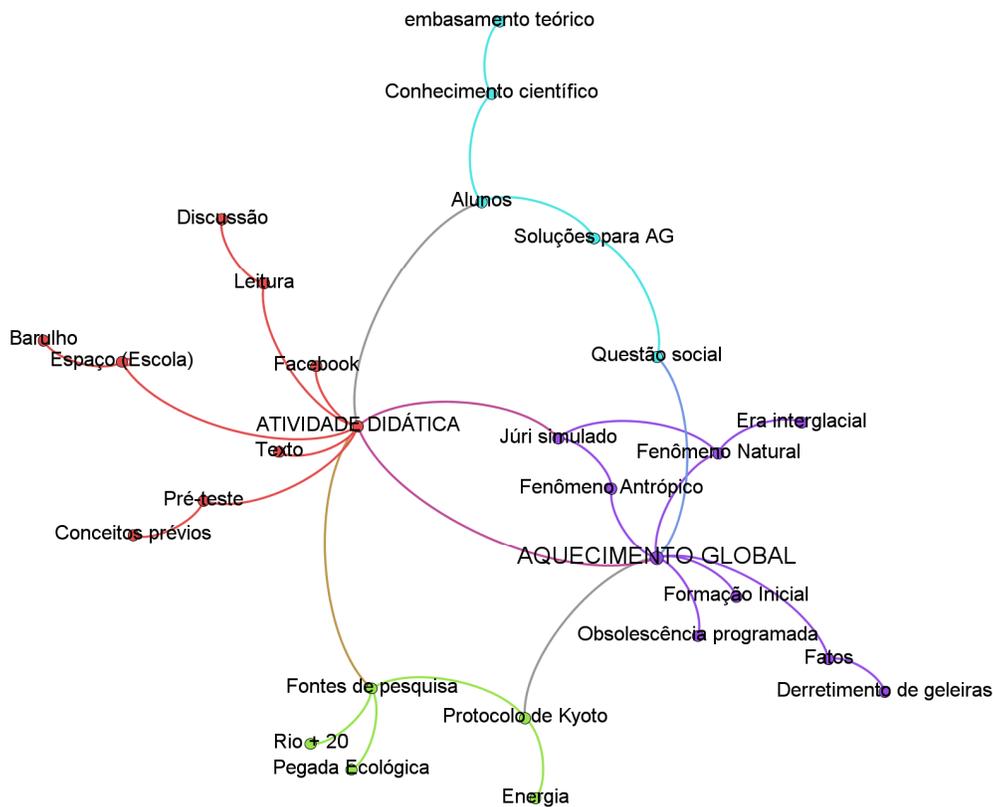


Figura 9: Rede de actantes mobilizados pelos licenciandos do grupo 1, durante a reunião 2, produção de atividade sobre o aquecimento global.

Reunião 3 - grupo 1

Participaram da terceira reunião, os licenciandos Isamara, Lorraine, Luciano e Théo. A supervisora Fátima, estava em sala de aula e deixou algumas instruções. Esse encontro foi realizado na quadra coberta da escola onde, simultaneamente ocorria uma reunião de outro grupo do PIBID. Fazia muito barulho. A rede de actantes mobilizados na reunião está representada na Figura 10.

A reunião começou com orientações deixadas pela supervisora Fátima de utilizar textos com diferentes abordagens do aquecimento global e dividir a sala em grupos com duas perspectivas diferentes sobre o assunto.

A rede produzida mostra que o tema central dessa reunião foi a produção da atividade didática (FIGURA 10). Os assuntos mais relevantes discutidos nesse dia foram a sugestão de uso de textos com visões

antagônicas sobre o aquecimento global; a proposta de criação de um grupo de e-mails para troca de materiais e uso do facebook para disponibilizar textos para os alunos. Além disso, foi discutido onde incluir a atividade sobre o aquecimento global na grade curricular, como organizar a sequência das aulas sobre o aquecimento global e qual a disponibilidade de tempo para aplicar essa atividade, a possibilidade do uso de filmes, a elaboração de questões sobre um texto do Carl Sagan⁸⁹ que trata do aquecimento global como fenômeno antrópico e a discussão de uma aula prática sobre efeito estufa.

O grupo também falou sobre a necessidade de uma reunião com todos os licenciandos, pois até esse dia, isso não havia ocorrido, devido a motivos diversos. Também foram discutidas questões relacionadas a outro projeto em andamento no PIBID, relacionado à água.

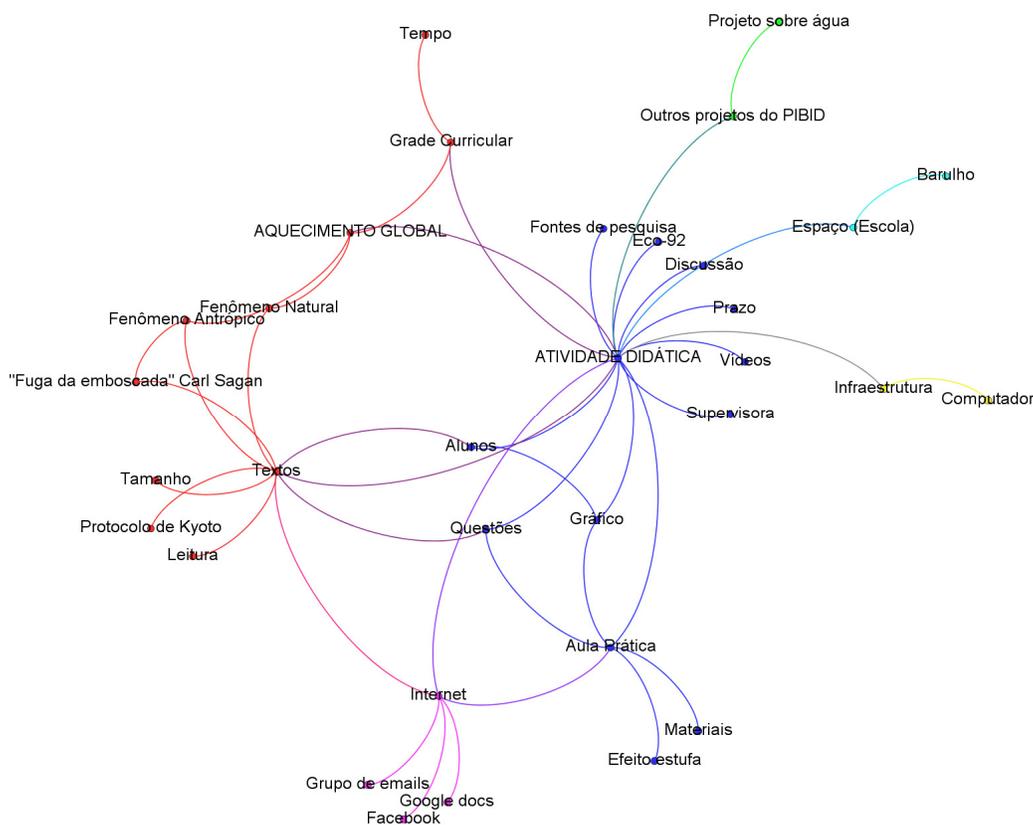


Figura 10: Rede de actantes mobilizados pelos licenciandos do grupo 1, durante a reunião 3, para produção de atividade sobre o aquecimento global.

⁸⁹ Carl Edward Sagan foi um cientista Estadunidense. Atuou como astrônomo, cosmologista, e divulgador científico.

Reunião 4 - grupo 1

Essa foi a primeira reunião com a participação de todos os licenciandos e também da supervisora. Esse encontro foi realizado na universidade, após a reunião semanal do PIBID com todos os grupos da biologia. Ficamos na mesma sala em que havia outro grupo em reunião. Nesse dia, foi sugerida, pela primeira vez a produção de uma Unidade Temática (UT) sobre o aquecimento global (ANEXO 3). A rede de actantes mobilizados na reunião está representada na Figura 11.

A supervisora Fátima sugeriu a elaboração de uma Unidade Temática (UT) que poderia ser divulgada na internet ou publicada pelo PIBID, como outros materiais já produzidos. Ela trouxe algumas Unidades Temáticas produzidas pela Secretaria de Educação e professores da UFMG, na década de 90, e lembrou de uma palestra sobre Unidades Temáticas, direcionada aos integrantes do PIBID. Ela sugeriu a produção de material para o alunos e para o professor, com maior aprofundamento nesse último. Também propôs a elaboração de uma apresentação para a UT e uma avaliação diagnóstica. Sugeriu a inclusão de atividades de laboratório, atividades investigativas e exercícios, além da inclusão das histórias em quadrinhos produzidas pelos estudantes em um projeto paralelo que estava sendo desenvolvido.

Um dos licenciandos sugeriu o uso de charges para a produção de atividades didáticas. Eles demonstraram preocupação em relação ao número de páginas da UT e ao tempo disponível para a aplicação da atividade.

A supervisora chamou a atenção para o documentário "Uma verdade inconveniente" que aborda o aquecimento global como "catastrófico". O grupo passou a discutir sobre as relações entre o documentário e questões políticas e a possibilidade de utilizá-lo como fonte de referências científicas (seção 7.2.2).

Um dos licenciandos voltou a sugerir o uso de um texto do Carl Sagan, que trata o aquecimento global como fenômeno antrópico. A supervisora propôs que os estudantes entrevistassem um professor de geografia, para terem outro ponto de vista sobre o assunto.

Em resumo, a proposta da Unidade Temática, proposta pela supervisora Fátima, foi o tema principal dessa reunião (FIGURA 11). Essa sugestão

provocou uma reorganização do trabalho do grupo como veremos nas reuniões seguintes.

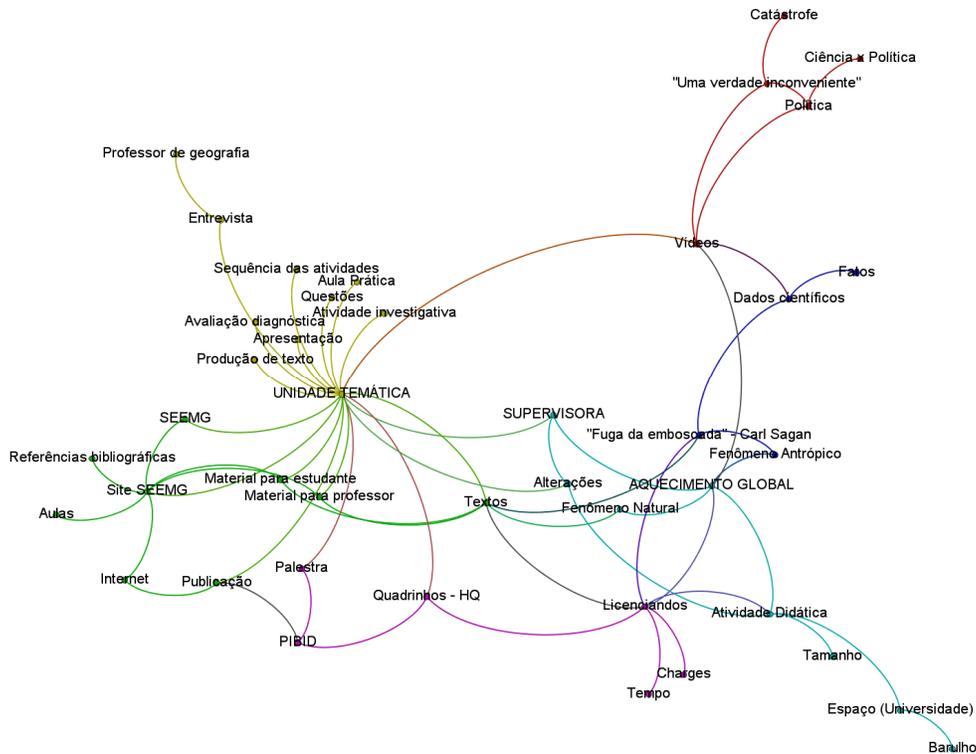


Figura 11: Rede de actantes mobilizados pelos licenciandos do grupo 1, durante a reunião 4, para produção de atividade sobre o aquecimento global.

Reunião 5 - grupo 1

Todos os licenciandos e a supervisora participaram da reunião, que foi realizada na escola, na quadra coberta, pois a sala dos professores estava ocupada. A rede de actantes mobilizados na reunião está representada na Figura 12.

Nessa reunião eles discutiram a escolha de materiais para a Unidade Temática: Thiago sugeriu o uso de dois textos do Carl Sagan. Um dos textos, “Fuga da Emboscada”, foi utilizado na elaboração da UT. Lorraine sugeriu o texto “Causa do aquecimento global: antropogênica versus natural”, enviado pelo coordenador do PIBID Biologia da universidade.

A supervisora Fátima lembrou de uma aula de química, de outra professora ligada ao PIBID, que abordou as relações entre a produção do

etanol, o desmatamento e a criação de gado com a liberação de CO₂ na atmosfera. A partir disso, outras questões vieram à tona e foram discutidas pelo grupo: o uso de material do site Brasil Carbono; a inclusão, na UT, do texto “Visão crítica: Pesquisadora da USP questiona aquecimento global”, que nega o aquecimento global as suas relações com a miséria e concentração de renda; comparações entre emissão de CO₂ a partir do etanol, gasolina e carvão; o uso de energias alternativas tais como a energia solar e de pilhas de hidrogênio; impactos do petróleo no aquecimento global.

O grupo começou a elaborar uma apresentação para a UT. Várias ideias de atividades foram discutidas, mas nenhuma atividade foi concluída nesse dia.

Eles discutiram que não há consenso sobre o aquecimento global e sugeriram usar textos com visões antagônicas sobre o tema. Eles discutiram o significado das expressões “visão cética” e “visão aquecimentista” e falaram sobre o Protocolo de Kyoto.

Eles também falaram sobre outros projetos em andamento na escola, relacionados ao PIBID, dentre eles, o projeto de construção de armadilhas para capturar o mosquito da dengue.

A rede produzida evidencia a importância da supervisora Fátima no andamento do trabalho proposto. A produção da UT, sugerida por ela, tornou-se o centro das discussões do grupo. Além disso, ela organizou a discussão, deu sugestões, distribuiu tarefas e orientou sua realização.

Essa reunião, portanto, girou principalmente em torno da elaboração da Unidade Temática e escolha de atividades para a mesma. A participação da supervisora foi relevante.

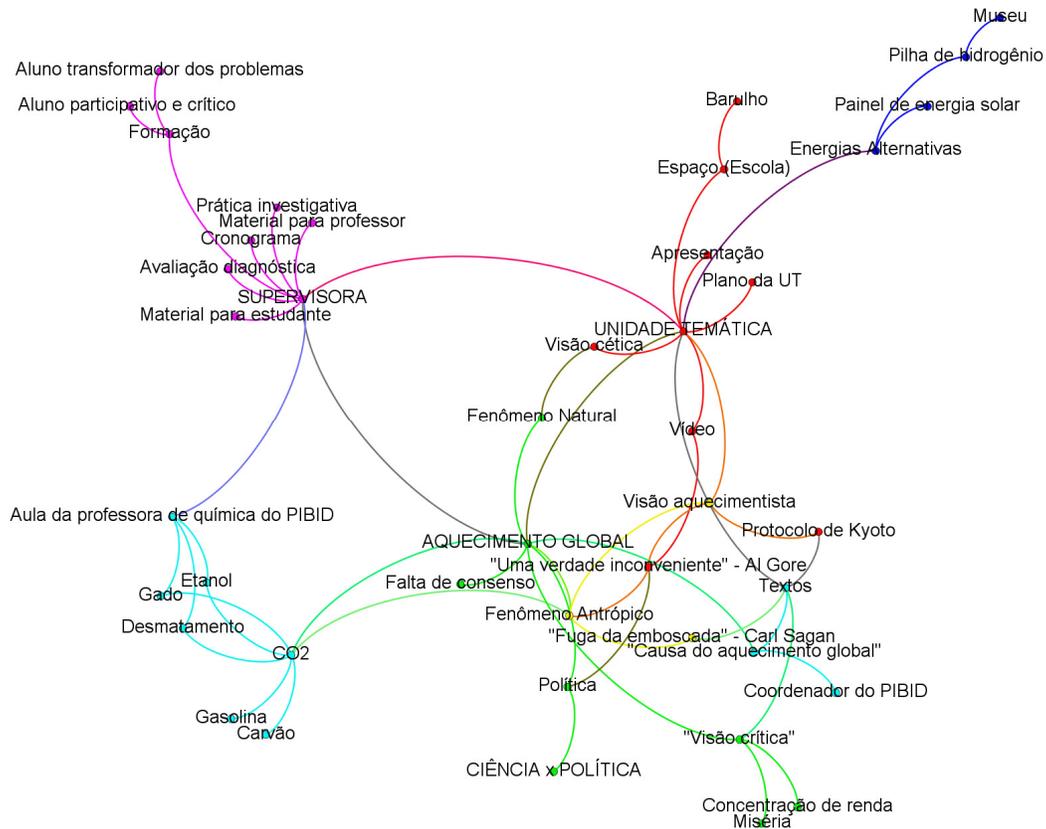


Figura 12: Rede de actantes mobilizados pelos licenciandos do grupo 1, durante a reunião 5, para produção de atividade sobre o aquecimento global.

Reunião 6 - grupo 1

Todos os licenciandos e a supervisora participaram da reunião, que foi realizada na biblioteca da escola. A rede de actantes mobilizados está representada na Figura 13.

No início, a supervisora Fátima retomou o que foi discutido na reunião anterior, leu a apresentação da UT, preparada pelos licenciandos e sugeriu mudanças. Os licenciandos discutiram as causas antrópicas e naturais do aquecimento global, a possibilidade de dividir a turma em dois grupos com visões diferentes sobre o aquecimento global e como evitar que o professor imponha seu ponto de vista sobre o tema.

Eles demonstraram preocupação com o tempo disponível para o professor aplicar a atividade em sala de aula. Falaram da possibilidade de

divulgar materiais pela internet, uma espécie de blog do professor, para facilitar o trabalho docente.

Um dos licenciandos sugeriu que os estudantes fizessem um relatório com sua opinião sobre o texto lido. Isso poderia ser utilizado como uma forma de avaliação.

A supervisora discutiu com os licenciandos um trecho em que eles propuseram “atividades que visem a solução do problema”. Segundo ela, os licenciandos estariam assumindo que o aquecimento global é causado pelo homem. Eles voltam a discutir as causas do aquecimento global quando a supervisora sugeriu que os dados científicos poderiam ser utilizados para convencimento (seção 7.1.3).

Nessa reunião os licenciandos voltaram a debater a escolha dos textos que seriam usados na UT. A discussão girou em torno dos textos “causa do aquecimento global: antropogênica versus natural”, “fuga da emboscada” e “visão crítica”. Também foi sugerido o uso de materiais do site “Instituto Brasil Carbono” e do “Mapa das mudanças ambientais” do site do INEP (ANEXO 7).

A supervisora voltou a questionar se os licenciandos pretendiam separar o material destinado aos professores e aos estudantes, na UT. Isso não foi decidido.

Foi inserida uma atividade prática (sobre efeito estufa) com questões preparadas anteriormente e agora reformuladas. Eles escolheram outra aula prática “degelo das calotas polares e aumento do nível do mar”, do site “Ponto Ciência”⁹⁰. Também sugeriram a utilização de *links* de textos destinados ao professor, além do uso do pré-teste e da avaliação diagnóstica com os estudantes.

Várias vezes, durante a reunião, o grupo interrompeu a discussão da UT para falar sobre um livro que o grupo estava produzindo para o PIBID. Notamos o papel da supervisora na organização da discussão e distribuição de tarefas. Houve problemas com acesso à internet durante a reunião.

⁹⁰ Disponível em: <http://www.pontociencia.org.br/>

Eles discutiram novamente a possibilidade de separar os materiais destinados aos estudantes e as orientações destinadas aos professores. Também falaram sobre a utilização do texto “Causa do aquecimento global: antropogênica versus natural”, da análise de um mapa sobre as mudanças climáticas e sobre a inclusão de um *link* para um texto ou a inclusão do próprio texto na unidade temática. Discutiram sobre a elaboração de uma avaliação diagnóstica, a inclusão da atividade prática do site “Ponto Ciência”, a organização dos tópicos da UT e a utilização do documentário “Uma verdade inconveniente” e de algum texto do Al Gore, da revista “Ciência Hoje”, além dos textos sugeridos nas reuniões anteriores: “Visão crítica” e “Fuga da Emboscada”

Lorraine reclamou que a demora entre reuniões atrapalha a elaboração da UT. Em alguns momentos Isamara e Lorraine solicitaram a maior participação dos colegas, pois ainda havia muitas coisas a fazer, como a formatação e busca de textos, mas nem todos tomavam a iniciativa. Nesse dia, havia um jornal sobre a mesa e os comentários a respeito das notícias publicadas, levaram à dispersão do grupo em diversos momentos.

Os licenciandos lembraram que a UT foi dividida em seções “trabalhando com tirinhas”, “trabalhando com gráficos”, “trabalhando com práticas”, “trabalhando com textos”. A supervisora perguntou sobre o andamento dessas atividades e sobre a atividade relacionada às histórias em quadrinhos. Eles discutiram como utilizar as tirinhas: “Peixe aquático”, “Bira”, “Deus” (ANEXO 3, item: “Trabalhando com tirinhas”, p. 230) e elaboraram algumas atividades relacionadas às tirinhas. Também falaram sobre a necessidade de conhecimentos prévios para entender as tirinhas e sugeriram o uso de questões em que aluno deveria elaborar hipóteses.

No final da reunião, eles conversaram sobre uma feira de ciências da rede estadual de ensino e outros projetos do PIBID: projeto “Dengue”; projeto conjunto com o grupo de sociologia do PIBID e feira de cultura da universidade.

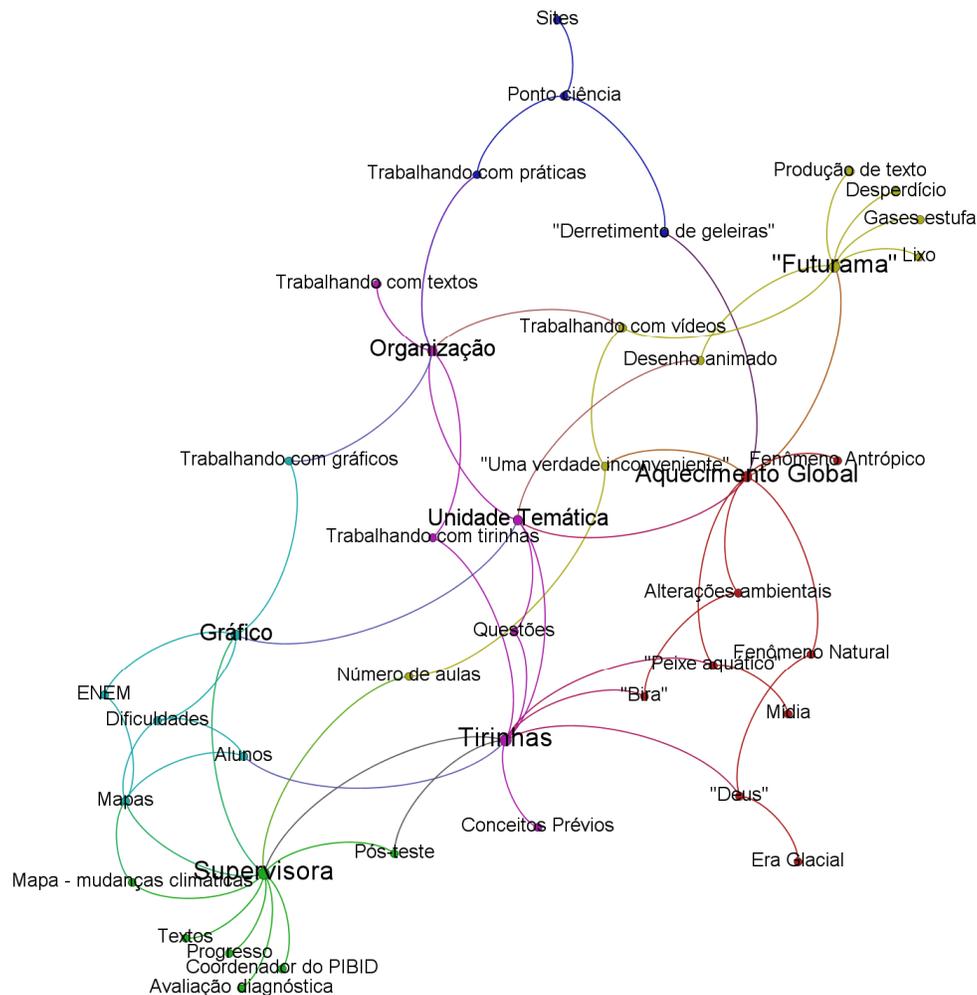


Figura 15: Rede de actantes mobilizados pelos licenciandos do grupo 1, durante a reunião 8, para produção de atividade sobre o aquecimento global.

Reunião 9 - grupo 1

Essa foi a última reunião com o grupo 1 e aconteceu na sala dos professores da escola. Era véspera de feriado e compareceram apenas Isamara e Paulo. Lorraine estava doente, a supervisora estava em sala de aula e os outros licenciandos não justificaram a ausência. A Unidade Temática estava em fase de finalização e eles utilizaram o computador da escola para realizar as tarefas. A rede de actantes está representada na Figura 16.

No início da reunião eles discutiram as atividades combinadas e que não foram feitas pelos colegas. Faltava a tradução de uma prática, que era tarefa de um colega ausente. Eles finalizaram essa atividade e fizeram a formatação, com o que tiveram algumas dificuldades.

Eles encontraram, na internet, uma charge que ilustrava as consequências do aquecimento global no Rio de Janeiro, com o Cristo Redentor coberto por água. Essa charge, e as questões elaboradas a respeito dela, foram incluída na versão final da UT.

Discutiram as regras de citação bibliográfica e como reestruturar uma atividade devido à falta de textos que deveriam ter sido enviados pelos colegas.

Em um blog do jornal “The Guardian”, eles encontraram um relógio com uma contagem regressiva, relacionada ao aquecimento global, mas não utilizaram o material. No final, enviaram e-mails para os colegas, colocando-os a par do andamento da UT.

A supervisora Fátima solicitou que fizéssemos reuniões nas próximas semanas devido à necessidade de realizarem tarefas para uma feira de ciências que se aproximava, além de outras atividades do PIBID para o final do semestre. Não voltamos a nos reunir. Foi combinado que os licenciandos completariam o que faltava, mas a Unidade Temática foi enviada algum tempo depois com algumas atividades incompletas.

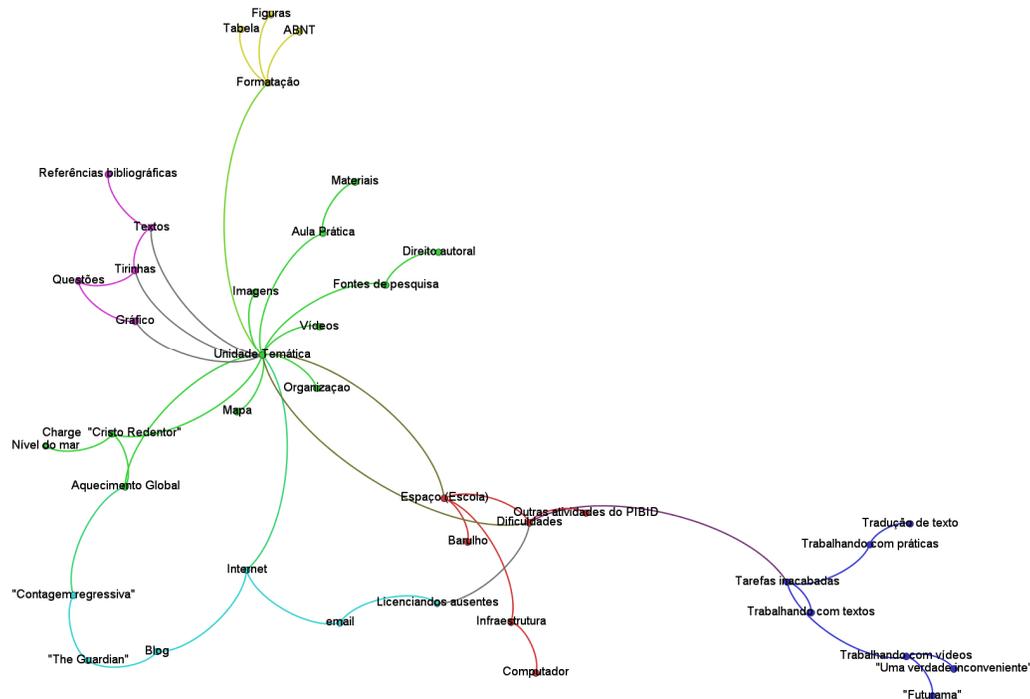


Figura 16: Rede de actantes mobilizados pelos licenciandos do grupo 1, durante a reunião 9, para produção de atividade sobre o aquecimento global.

5.2. Descrição das reuniões do grupo 2

O grupo 2 é formado pelas licenciandas Flora, Luzia, Mirna, Márcia, Jaciara e o supervisor Marcos. O supervisor desse grupo tinha aulas no horário das reuniões o que impedia sua participação nas mesmas. Em algumas ocasiões participou brevemente.

Reunião 1 - grupo 2

A reunião aconteceu na sala dos professores, com a presença de quatro, das cinco licenciandas do grupo: Mirna, Márcia, Luzia, Jaciara. O supervisor estava em sala de aula. A rede de actantes mobilizados na reunião está representada na Figura 17.

As licenciandas discutiram o aquecimento global como processo natural ou antrópico. Segundo elas, a visão do aquecimento global como fenômeno antrópico predomina na biologia, enquanto, na geografia e disciplinas afins, predomina a visão do aquecimento global como fenômeno natural. Houve a

proposta de dividir a turma em grupos para defender os diferentes pontos de vista – grupos antagônicos.

A partir de ideias inspiradas por um artigo⁹¹ enviado pelo coordenador do PIBID as licenciandas discutiram que não há certo ou errado na ciência e a necessidade de argumentos científicos e debate.

Foi sugerido o uso do documentário “Uma verdade inconveniente” que trata o aquecimento global como fenômeno antrópico. No entanto, as licenciandas consideraram um problema o fato do autor, Al Gore, ser um político (seção 7.2.2). Também foi sugerido o uso de uma entrevista⁹² com um pesquisador da USP, o climatologista Ricardo Augusto Felício, exibida no “Programa do Jô⁹³”, que afirma que o aquecimento global é um fenômeno natural.

Elas discutiram a possibilidade de uso de um documentário⁹⁴ que abordava a influência de empresas e do financiamento da pesquisa na manipulação de dados científicos. No entanto, não deram continuidade a essa atividade. Também foi discutida a questão da confiabilidade do cientista (detalhes na seção 7.1.3).

Jaciara citou a disciplina de Didática e o CBC – Currículo Básico Comum, que propõem a realização de trabalho interdisciplinar. Elas discutiram como as diferentes disciplinas estão relacionadas e sugeriram fazer uma abordagem interdisciplinar do aquecimento global. Elas decidiram produzir atividades diferenciadas para o 1º e 2º ano do ensino médio: uma feira sobre o aquecimento global para o 1º ano (envolvendo as disciplinas de Geografia, Química e Biologia) e um debate sobre o aquecimento global para o 2º ano. Também foi considerado o número de aulas e tempo para trabalhar esse tema e a questão da avaliação dos alunos.

Ao longo da reunião as licenciandas recorreram a conhecimentos relacionados a algumas disciplinas de sua formação inicial: Laboratório de

⁹¹ A referência do artigo não foi citada.

⁹² “Professor da USP: AQUECIMENTO GLOBAL É FARSA” no programa de TV do Jô Soares. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=eK2695GS5hM>, Acesso em:19/11/2015.

⁹³ Programa de entrevistas, exibido na televisão, apresentado pelo humorista Jô Soares.

⁹⁴ Nesse dia o nome do documentário não foi citado durante a reunião.

Ensino de Genética, Laboratório de Ensino de Botânica, Didática, Política. Além disso, citaram a disciplina Biogeografia durante a discussão do aquecimento global como fenômeno natural.

Nessa reunião elas descreveram os professores e a direção da escola como possíveis aliados à realização das atividades proposta.

Elas tiveram dificuldades de acesso à internet e com o uso do único computador disponível na sala dos professores.

As licenciandas também citaram brevemente outras atividades do PIBID: uma feira de cultura da universidade e de outro projeto do PIBID, em andamento. No final, combinamos um horário e as tarefas para as próximas reuniões.

Nessa reunião, portanto, as principais questões abordadas foram as causas do aquecimento global e as sugestões de atividade didática (FIGURA 17).

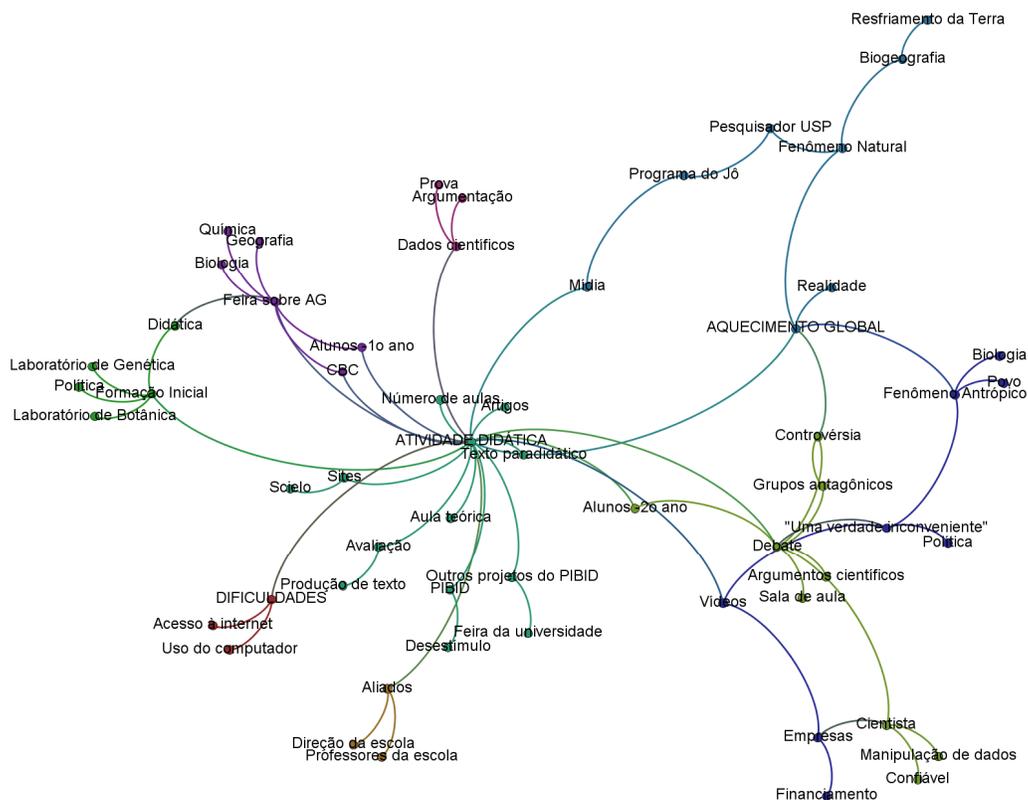


Figura 17: Rede de actantes mobilizados pelos licenciandos do grupo 2, durante a reunião 1, para produção de atividade sobre o aquecimento global

Reunião 2 - grupo 2

Reunião com Mirna, Márcia, Luíza, Jaciara e Flora, realizada na sala dos professores. O supervisor estava em sala de aula. A rede de actantes mobilizados na reunião está representada na Figura 18.

No início da reunião foram recapituladas algumas ideias discutidas anteriormente. Foram sugeridas atividades para a organização de um trabalho interdisciplinar para 1º ano - uma feira de cultura interdisciplinar sobre o aquecimento global e um debate com os alunos do 2º ano.

Foi discutida a possibilidade de utilizar textos e vídeos. Foi citada, novamente, uma entrevista com um professor da USP, que contesta as causas antrópicas do aquecimento global, exibida no “Programa do Jô”.

Para a construção das atividades didáticas foram mobilizadas experiências anteriores na disciplina Laboratório de Ensino de Botânica e experiências anteriores das licenciandas com feiras de cultura. Discutiu-se, também, a questão da logística da feira interdisciplinar sobre o aquecimento global.

Nessa reunião, portanto, as licenciandas se concentraram nas propostas de atividades didáticas, em especial, na sugestão de uma feira de cultura interdisciplinar sobre o aquecimento global e um debate (FIGURA 18).

Reunião 3 - grupo 2

Reunião com Mirna, Márcia, Luzia e Jaciara. O supervisor Marcos e coordenadora pedagógica da escola participaram apenas no final. A rede de actantes mobilizados na reunião está representada na Figura 19.

As licenciandas discutiram o uso do vídeo “A grande farsa do aquecimento global”⁹⁵, que contesta o aquecimento global. Disseram que deveriam ter cuidado em utilizá-lo, pois o filme trata o assunto como uma questão de marketing e é sensacionalista e “apelativo”. Elas o compararam ao documentário “Uma verdade inconveniente” que não seria “apelativo”.

⁹⁵ A grande farsa do aquecimento global: <https://www.youtube.com/watch?v=tpvpiBiuki4>

Depois, falaram sobre a possibilidade de utilizar artigos científicos para introduzir o tema aquecimento global e sobre a dificuldade em encontrar artigos imparciais: os artigos são a favor ou contra o aquecimento global. Outra possibilidade seria utilizar um texto produzido por uma das licenciandas. Sugeriram fazer uma dinâmica semelhante à utilizada na disciplina de Política, da graduação, na qual cada grupo de estudantes fica responsável pela leitura e apresentação de um texto ou um capítulo de livro.

Elas também discutiram a possibilidade de utilizar textos paradidáticos e comentaram que na disciplina Laboratório de Ensino de Botânica há dicas para fazer esse tipo de material didático. Mirna sugeriu que a melhor opção seria elas mesmas produzirem os textos, para enfatizar os assuntos mais pertinentes. No entanto, ela apontou as dificuldades em fazer isso na escola: há muita circulação de pessoas na sala dos professores; dificuldades em pesquisar e falta de livros.

Falaram novamente sobre a divisão de tarefas para cada série e discutiram que os alunos do 2º ano ficariam responsáveis por uma aula e o debate sobre o aquecimento global. Discutiram sobre a limitação de tempo para as atividades e o número de aulas disponíveis, além da possibilidade de ligar o tema aquecimento global com o conteúdo de ecologia abordada no 2º ano.

Eu sugeri que elas discutissem a atividade com o supervisor e pensassem na possibilidade de elaboração de uma alternativa à feira de cultura proposta⁹⁶. Mirna, sem consultar as colegas, tomou a iniciativa de elaborar um plano de aula, preocupada com o tempo para cada aula e sequência de atividades: aula teórica, texto paradidático, número de aulas, questões para um estudo dirigido.

Elas decidiram, então, que fariam uma aula teórica com slides para poupar tempo em sala de aula e pela praticidade de inclusão de imagens e gráficos. Elas falaram sobre a disponibilidade (ou não) do projetor de slides e como resolver isso. Mirna retomou o plano de aula e sugeriu dividir a turma em

⁹⁶ Até então, elas discutiram as atividades e não verificaram a viabilidade de realiza-las, já que parte do que foi proposto envolveria outros professores da escola.

grupos para a discussão de um texto. Elas recorreram novamente ao que aprenderam na disciplina Laboratório de Ensino de Botânica (divisão de tempo em sala de aula). Também recorreram às experiências vivenciadas na disciplina de Evolução, no que se refere ao funcionamento dos grupos de discussão.

No final da reunião o supervisor e a coordenadora se juntaram às licenciandas e conversaram sobre o PIBID e o projeto sobre aquecimento global. As licenciandas voltaram a falar das atividades propostas originalmente: feira do aquecimento global e debate e sugeriram que as disciplinas de sociologia e filosofia contribuíssem com a discussão dos filmes e a disciplina de português trabalhasse com os artigos científicos. O plano de aula, iniciado por Mirna, não foi mencionado.

O supervisor sugeriu a realização de um plebiscito, para simular um fórum deliberativo para discussão de uma controvérsia sócio-técnica, no qual os alunos deveriam decidir sobre a construção de uma fábrica de hidrocarbonetos (seção 7.2.3). No final eles discutiram as questões de logística para a realização das atividades. Eles discutiram a forma de avaliação das mesmas.

Nessa reunião, então, as licenciandas voltaram a discutir a proposta de uma feira de cultura interdisciplinar sobre o aquecimento global e o debate e decidiram preparar uma aula teórica sobre o tema (FIGURA 19).

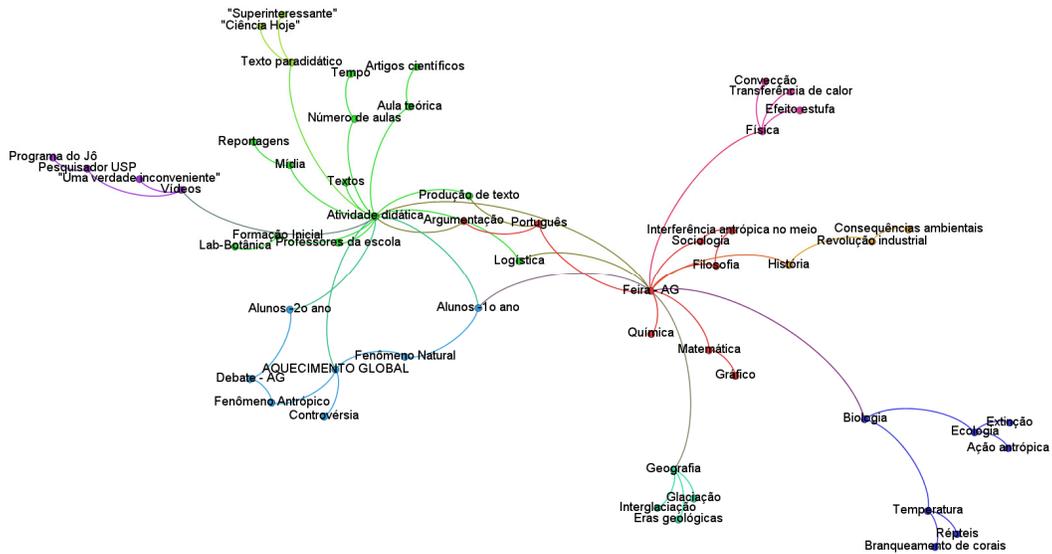


Figura 18: Rede de actantes mobilizados pelos licenciandos do grupo 2, durante a reunião 2, para produção de atividade sobre o aquecimento global.

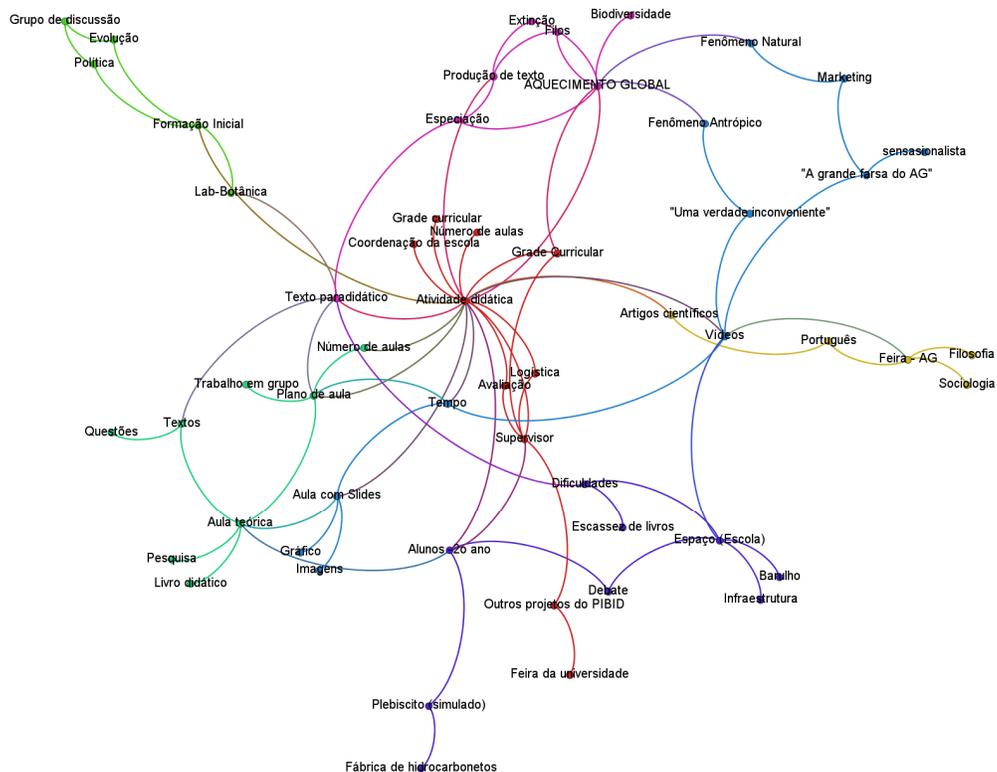


Figura 19: Rede de actantes mobilizados pelos licenciandos do grupo 2, durante a reunião 3, para produção de atividade sobre o aquecimento global.

Reunião 4 - grupo 2

Reunião com três licenciandas: Mirna, Luzia, Flora. O supervisor Marcos participou apenas no final. A rede de actantes está representada na Figura 20. Foi discutido se os textos pesquisados eram adequados ou não para os alunos. Luzia afirmou que alguns artigos contrários ao aquecimento global têm linguajar muito coloquial (seção 6.3). Ela comentou que o texto “mudanças climáticas na Amazônia” seria interessante por ser mais próximo da realidade dos alunos. Em relação ao texto “impacto sobre anfíbios brasileiros”, teria a vantagem de não ser muito extenso e ter uma linguagem mais acessível.

Foram propostas diferentes atividades com os textos: dentre elas, uma redação e um estudo dirigido.

As licenciandas voltaram a trabalhar no plano de aula e deram mais ênfase ao tempo destinado a cada tarefa do que às próprias atividades⁹⁷. Mirna dividiu o tempo da aula necessário para arrumar a sala, para chamada, para discussão e cada momento da aula. Ela justificou essa preocupação dizendo que aprendeu isso na disciplina Laboratório de Ensino de Botânica.

A discussão sobre causas naturais ou antrópicas do aquecimento global foi retomada, e foi sugerido chamar um palestrante. As licenciandas sugeriram um professor do Instituto de Geociências (IGC) que é contrário ao aquecimento global como fenômeno antrópico. Mirna disse que foi por meio desse professor que conheceu o professor da USP que deu a entrevista no “Programa do Jô”. Luzia propôs uma alternativa ao professor do IGC: convidar um colega da graduação, com experiência em biogeografia. Elas discutiram se ele teria ou não competência para tratar do assunto. Finalmente decidiram excluir a palestra, por falta de tempo (seção 7.2.1).

O supervisor participou apenas no final da reunião, mas sua intervenção foi decisiva: ele questionou o número de aulas proposto para a atividade sobre o aquecimento global. Segundo ele, cinco aulas estava fora de questão. Ele afirmou que o tempo distribuído para as atividades não seria suficiente para o que elas propuseram. Questionou a realização da palestra concomitantemente com a aula teórica. Disse que essa deveria ser uma atividade extra, que

⁹⁷ O tempo destinado às atividades foi uma preocupação constante em ambos os grupos.

funcionaria melhor em um dia programado especialmente para isso e que nem sempre é possível contar com duas aulas seguidas. Sugeriu a realização da palestra em um sábado e uma terceira aula para discutir tudo. Sobre a avaliação das atividades, ele questionou quem faria a correção das mesmas.

Em resumo, ele sugeriu reduzir as atividades propostas escolher entre palestra ou texto preparado pelos grupos e mais uma terceira aula para fechamento. Ao ser questionado se os alunos compareceriam à atividade em um sábado, ele aconselhou avaliar e dar nota para incentivar o comparecimento. Depois sugeriu realizar a atividade durante a semana, dividir a turma em grupos, distribuir os textos para discussão e recolher atividades no final da aula ao invés de enviar tarefas para casa, pois muitos alunos copiariam. Em relação à avaliação, questionou quem iria corrigir a redação e sugeriu envolver a professora de português na tarefa.

Dentre as dificuldades enfrentadas, destacam-se o problema de acesso à internet e a falta de apoio dos professores para a ideia da feira de ciências. Além disso, havia muito barulho do lado de fora e pessoas lanchando na sala dos professores. Elas comentaram a respeito da desistência de um professor de física recém chegado e Mirna demonstrou uma insatisfação com a escola: “a gente chega motivado, só que desmotivam a gente”.

Em resumo, nessa reunião as licenciandas continuaram as discussões sobre as atividades propostas anteriormente (feira e debate). O supervisor participou nesse dia e apontou algumas limitações à proposta, principalmente em relação ao tempo disponível para as atividades.

e Geografia. Elas perceberam diferenças na abordagem do assunto nos livros dessas duas disciplinas e consideraram importante mostrar o ponto de vista da Geografia. Também discutiram a questão da manipulação de dados científicos ao falar sobre a influência da indústria nos rumos da pesquisa (seção 7.1.3).

Falaram sobre o IPCC e a divisão dos cientistas em três grupos de trabalho para estudo do clima; impactos e opções de ação para evitar o aquecimento global e dimensões econômicas e sociais. Citaram o protocolo de Kyoto, ciclo do carbono, camada de ozônio, ciclos biogeoquímicos, radiação solar e efeito estufa, gás metano. Todos esses tópicos discutidos foram relacionados aos livros consultados.

Elas falaram sobre os períodos de glaciação. Mencionaram a disciplina de Paleontologia e consideraram a possibilidade de usar bibliografia dessa área. Citaram um trecho do livro didático que afirmava não haver consenso sobre as mudanças climáticas. Elas enfatizaram a necessidade de apresentar os dois lados da controvérsia na ciência, pois, segundo Marcela, a ciência “*tem muitos pontos de vista*”. Nesse momento da discussão elas discutiram a origem da informação divulgada no livro (seção 7.1.1).

Elas retomaram a organização dos slides e discutiram a respeito da influência do CO₂ e outros gases estufa no efeito estufa e se o aquecimento global é um fenômeno natural ou causado pela ação humana. Voltaram a citar a controvérsia em torno do assunto e a citar o climatologista da USP.

No final da reunião elas consideraram que a aula (slides) estava pronta, mas ainda não haviam decidido o que fazer em relação à feira do aquecimento global, proposta inicialmente. Elas relataram que havia desinteresse, por parte dos professores, ao projeto proposto por elas (seção 6.2).

Mirna⁹⁸ voltou a trabalhar em um plano de aula e na divisão do tempo para cada tarefa. Ela sugeriu usar artigos científicos ao invés do texto paradidático proposto em reunião anterior. Um motivo seria a oportunidade dos estudantes aprenderem a pesquisar. Elas discutiram se os alunos seriam capazes de realizar essa pesquisa sozinhos. Depois propuseram a elaboração de um jogo do tipo “super trunfo”, mas no final, decidiram fazer um estudo dirigido.

Elas voltaram a discutir se deveriam entregar o material de consulta (artigos) para os alunos ou se eles deveriam buscar suas próprias fontes de pesquisa. Falaram novamente das possibilidades de avaliação dos alunos e da necessidade de conversarem com o supervisor para decidir como distribuir a nota.

Nesse dia, elas tiveram problemas com a internet novamente e não puderam pesquisar materiais para a elaboração da atividade. Elas dividiram as tarefas a serem realizadas e Mirna se propôs a elaborar um estudo dirigido. Elas demonstraram preocupação com a falta de tempo para organizar a atividade. Havia outras tarefas do PIBID em andamento: a feira da universidade e o projeto sobre a água, desenvolvido dentro da escola. Mirna manifestou seu desestímulo com o PIBID.

⁹⁸ Mirna, que normalmente é a licencianda mais ativa e, de certa forma, lidera o grupo, estava muito abatida nesse dia.

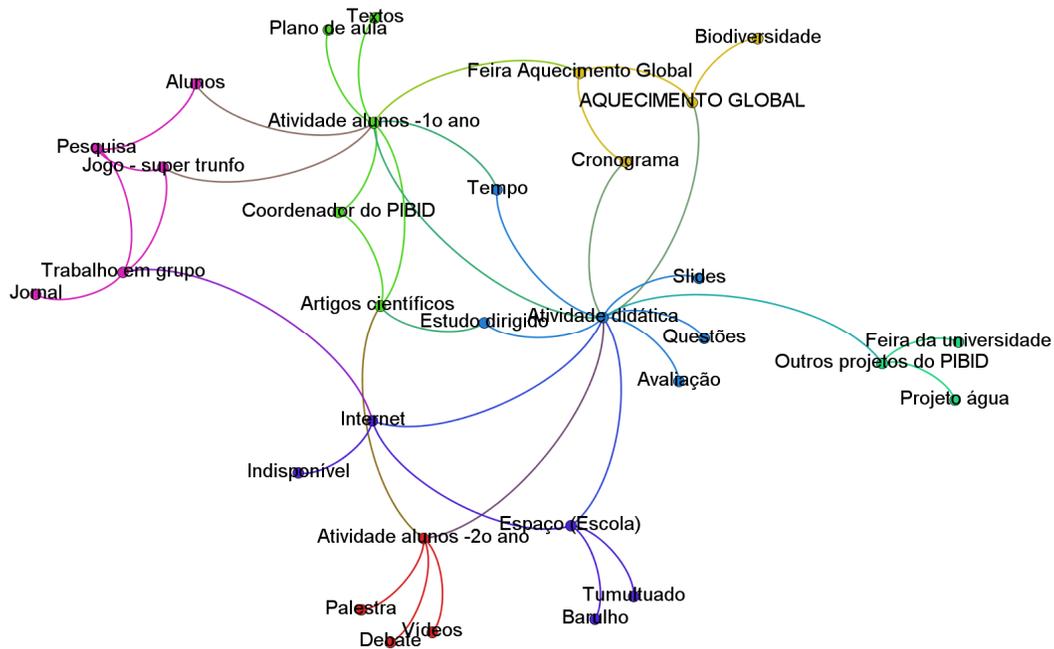


Figura 22: Rede de actantes mobilizados pelos licenciandos do grupo 2, durante a reunião 6, para produção de atividade sobre o aquecimento global.

Reunião 7 - grupo 2

A reunião ocorreu na sala dos professores, com todas as licenciandas: Mirna, Luzia, Flora, Márcia e Jaciara. O supervisor estava em sala de aula. A rede de actantes está representada na Figura 23.

Esse foi nosso último encontro antes do recesso escolar. Nesse dia demoramos a começar a reunião. O grupo estava desmobilizado e a escola estava muito tumultuada. Não havia água e faltaram as duas diretoras e a coordenadora. Havia muito barulho dos alunos lá fora o que interferia na sala dos professores. A reunião foi interrompida várias vezes: por uma aluna que estava passando mal, uma aluna pedindo assinatura em um abaixo assinado para um projeto de lei, um aluno que veio marcar horário para participar da feira de cultura da universidade, além de outros que vieram depois. Além disso, o supervisor havia solicitado que elas refizessem todos os cartazes para a feira da universidade.

Luzia sugeriu que os alunos fotografassem coisas e situações relacionadas ao efeito estufa, mas essa ideia não foi levada adiante. Depois, discutiram brevemente as causas do aquecimento global. Elas comentaram o

fato do supervisor ter suprimido várias propostas (na reunião 4) devido à falta de tempo.

Elas prepararam os slides relacionando o aquecimento da Terra aos gases estufa e elaboraram um estudo dirigido para um texto a respeito das mudanças climáticas e a Amazônia. Nesse estudo dirigido foi discutida a questão do desmatamento e do processo de savanização da floresta amazônica, além das consequências do metano liberado pelo gado, sobre o efeito estufa.

No final da reunião, combinamos o envio do material produzido e o retorno no semestre seguinte.

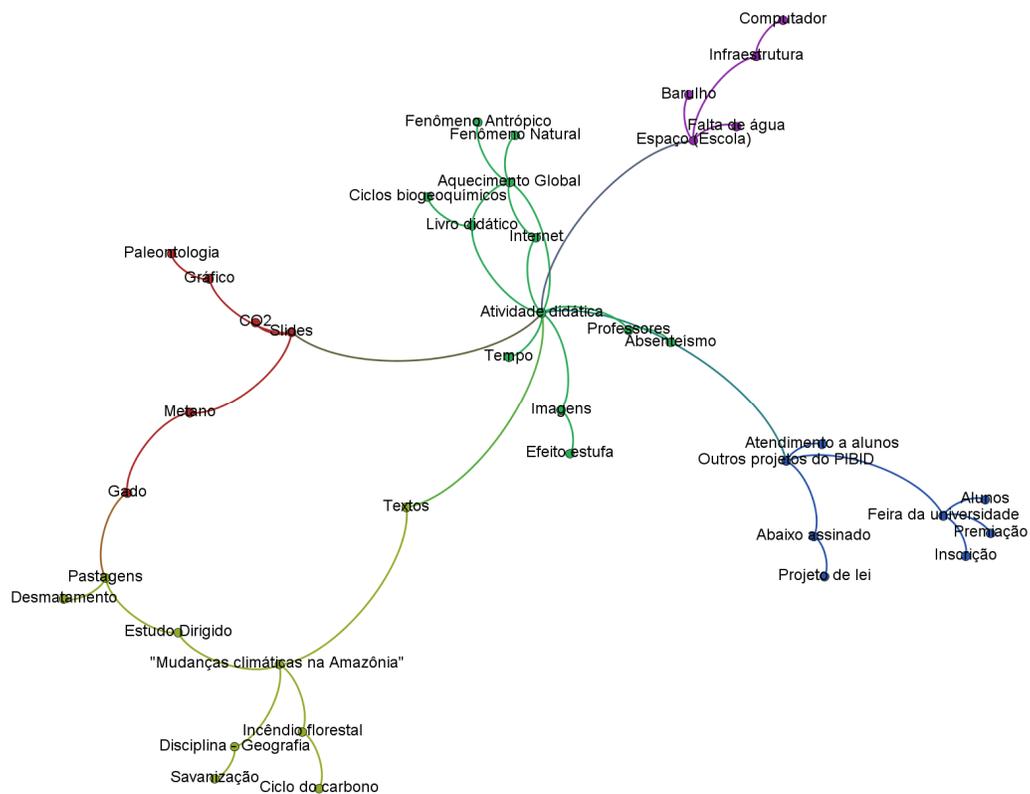


Figura 23: Rede de actantes mobilizados pelos licenciandos do grupo 2, durante a reunião 7, para produção de atividade sobre o aquecimento global.

Reunião 8 - grupo 2

Esse foi o último encontro com esse grupo, que ocorreu na sala dos professores. Estavam presentes Luzia, Flora, Márcia e Jaciara. Mirna deixou o PIBID. O supervisor estava em sala de aula. A rede de actantes está representada na Figura 24.

As licenciandas me informam que já haviam terminado os slides e as questões do estudo dirigido. Elas não sabiam se iriam ou não dar a aula sobre o aquecimento global ou fazer a feira de cultura. Portanto, esse foi um encontro breve.

Luzia se comprometeu a enviar o material produzido e também um relatório sobre por qual motivo a proposta da feira não se concretizou. Fui informada que o supervisor iria tirar férias prêmio no final do ano o que inviabilizaria a feira de qualquer forma. Elas falaram sobre aulas práticas que iriam preparar para as próximas semanas.

Alguns dias depois, Luzia enviou os slides e questões (ANEXOS 4, 5 e 6), mas não o relatório sobre a proposta da feira.

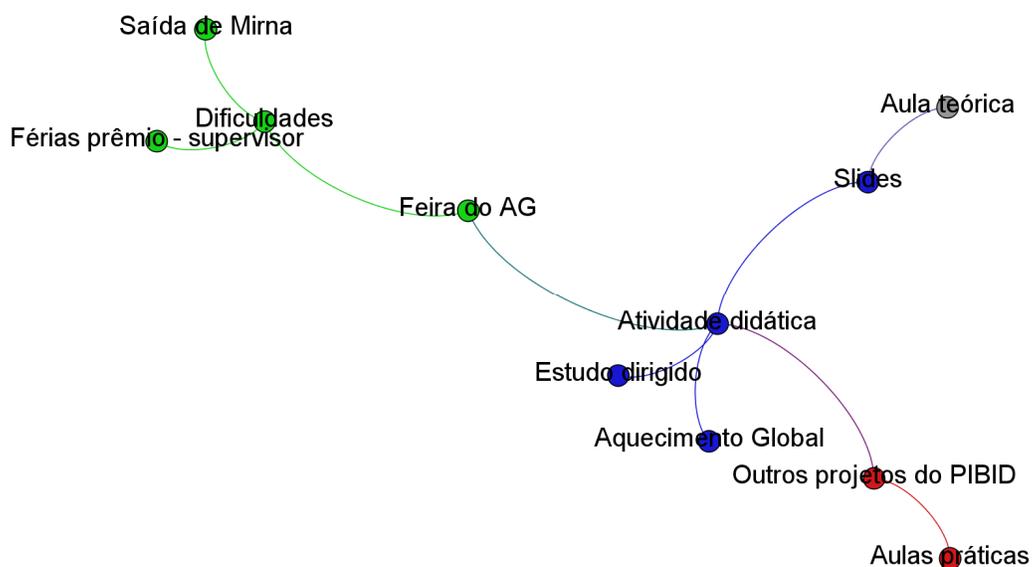


Figura 24: Rede de actantes mobilizados pelos licenciandos do grupo 2, durante a reunião 8, para produção de atividade sobre o aquecimento global.

Por meio dos dados apresentados nesse capítulo podemos perceber que os licenciandos, ao produzirem as atividades didáticas sobre o aquecimento global, mobilizam outros actantes, espaços e tempos.

Os licenciandos mobilizaram a controvérsia sobre o aquecimento global, os ciclos biogeoquímicos, o CO₂, o metano, o gado, as pastagens as geleiras, o protocolo de Kyoto, a Amazônia, a extinção de espécies.

Também mobilizaram cientistas, disciplinas da graduação, fontes de pesquisa (internet, livros, revistas, artigos), diferentes possibilidades de atividade didática (uso de textos, análise de infográficos, uso de vídeos, desenho animado, aulas práticas, aula expositiva, estudo dirigido), outros professores da escola e suas respectivas disciplinas, avaliações escolares, o ENEM, as normas da ABNT, um programa de TV (Programa do Jô).

O espaço da escola (local para reunião, infraestrutura, barulho, etc.), o tempo disponível para reuniões e para aplicação das atividades e a grade curricular interferiram em seu trabalho e são actantes que não podem ser ignorados.

Assim as redes vão a espaços e tempos distantes por meio de translações. No próximo capítulo aprofundaremos essa discussão e buscaremos responder às questões de pesquisa por meio da análise dos resultados apresentados nas redes e também trechos das gravações em áudio.

CAPÍTULO 6. ACTANTES HUMANOS E NÃO-HUMANOS E TRANSLAÇÕES DE INTERESSE

Eis um exemplo simples do que tenho em mente: o quebra-molas que obriga os motoristas a desacelerar no campus [...]. O objetivo do motorista é trasladado, em virtude do quebra-molas, de “diminua a velocidade para não atropelar os alunos” para “vá devagar para proteger a suspensão de seu carro”
(LATOURE, 2001, p.214)

Nesse capítulo aprofundaremos a discussão sobre os resultados obtidos na pesquisa. Procuraremos responder às seguintes questões de pesquisa: Que atores humanos e não humanos são mobilizados ao elaborar atividades didáticas sobre o tema? Quais translações de interesses ocorrem no coletivo? Para isso, além de retomar as redes produzidas para cada reunião, analisaremos, também, trechos de transcrições das reuniões quando necessário.

6.1. Actantes humanos que influenciaram a elaboração das atividades didáticas

Os principais actantes humanos foram os licenciandos do PIBID e os dois supervisores. No entanto, durante as reuniões foram citados diversos outros actantes humanos: alunos em geral, coordenador do PIBID, direção da escola, professores da escola, professores da graduação, professores em geral, cientistas e políticos (Quadro 6).

De todos os actantes humanos citados, a supervisora do grupo 1, Fátima, teve papel importante ao organizar o trabalho desse grupo (FIGURA 11; 12; 13; 15). Os professores da escola 2 foram actantes importantes para o grupo 2 (FIGURAS 17; 18; 20; 21; 23), pelo seu desinteresse em relação à proposta do grupo. Aprofundaremos essa questão na seção seguinte.

Quadro 6: Actantes humanos mobilizados durante as reuniões (R) para a elaboração de atividades didáticas sobre o aquecimento global.

ACTANTE	GRUPO 1	GRUPO 2
Supervisor(a)	R4; R5; R6; R8	R3; R4;
Alunos em geral	R2	R1; R2; R3; R4; R6; R7
Coordenador do PIBID	R5; R8	R6
Direção da escola		R1; R7
Professores da escola	R4	R1; R2; R4; R5; R7
Professores da graduação		R1; R2; R3; R4;
Professores em geral	R4; R6	
Cientistas	R3; R4; R5; R6; R7	R1; R2; R5
Políticos	R5	R1

* O supervisor do grupo 2 participou das reuniões por breves períodos de tempo.

6.2. Translação de interesses no coletivo

A elaboração das atividades sobre aquecimento global não era uma atividade obrigatória do PIBID e nem uma atividade regular da escola. O fato de haver diversas outras atividades regulares do PIBID, a serem concluídas no mesmo período, parece ter interferido no trabalho dos grupos.

Nas primeiras reuniões os dois grupos debateram os diferentes interesses presentes na controvérsia do aquecimento global: vários actantes foram mobilizados no sentido de construir as propostas de atividades didáticas.

No grupo 1 houve sugestões para atividades didáticas envolvendo diferentes actantes. Dentre as atividades sugeridas destacamos a leitura e discussão de textos com diferentes pontos de vista sobre o aquecimento global (FIGURAS 10; 11; 12). Nesse mesmo grupo, na reunião 4 (FIGURA 11) a proposta de elaboração de uma unidade temática, pela supervisora, mudou o rumo do trabalho do grupo. Essa proposta prevaleceu até a última reunião e foi desenvolvida pelo grupo, dando origem a uma unidade temática (ANEXO 3).

No grupo 2 foi proposta a realização de uma feira sobre o aquecimento global envolvendo diferentes disciplinas, e um debate sobre o tema já na primeira reunião (FIGURA 17), mas essas atividades não foram concluídas.

Ao longo das reuniões alguns fatores parecem ter influenciado o trabalho dos grupos 1 e 2. São eles:

- 1- A restrição de tempo para se dedicar à atividade (duas horas semanais).
- 2- Dispersão dos grupos com assuntos diversos, principalmente quando as reuniões ocorriam na ausência dos supervisores.
- 3- Necessidade de concluir outras atividades do PIBID: finalização de um livro; aplicação do projeto sobre água; organização da feira de cultura da universidade; Feira de Cultura da escola do grupo 1, além das atividades regulares do PIBID.
- 4- Proximidade do final de semestre letivo na universidade e final de bimestre letivo nas escolas estudadas, de modo que os licenciandos do PIBID ficaram sobrecarregados com outras tarefas.
- 5- Atuação dos supervisores.
- 6- Interesses dos professores da escola onde atuava o grupo 2.

Os quatro primeiros fatores foram comuns aos dois grupos. No entanto, foram observadas diferenças fundamentais entre os dois grupos: a atuação dos supervisores e o desinteresse dos professores da escola onde atuava o grupo 2 em relação à proposta feita pelo grupo.

6.2.1. A atuação da supervisora Fátima

Podemos observar nas redes produzidas o papel de destaque da supervisora Fátima. Na reunião 4 (FIGURA 11) ela lançou a ideia de produção de uma unidade temática, lembrou de uma palestra proferida no PIBID, a esse respeito e trouxe alguns exemplares de unidades temáticas produzidas pela Secretaria de Educação do Estado de Minas Gerais (SEEMG). A construção desse material tornou-se o objetivo do grupo nas reuniões seguintes (FIGURAS 12; 13; 14; 15; 16).

A participação da supervisora Fátima em algumas reuniões foi decisiva para o andamento das atividades no grupo 1. Nesses encontros a dispersão do grupo foi menor e a produtividade maior. Isso fez com que o grupo 1 concluísse a atividade proposta e entregasse um material de melhor qualidade que aquele preparado pelo grupo 2. Percebemos que a Supervisora realizou a estratégia

de translação do tipo 3, ao propor um desvio em relação à proposta original do grupo de licenciandos. Esse desvio se refere à sugestão de elaboração de uma unidade temática. Ela também promoveu uma translação do tipo 4, ao remanejar os interesses e objetivos do grupo.

Notamos que, como na translação tipo 5 (item 2.4), ela tornou-se indispensável e fez com que o grupo a seguisse. A supervisora Fátima pode ser considerada um “ponto de passagem obrigatório”⁹⁹, já que a própria elaboração de uma Unidade Temática foi ideia sua e a realização das atividades foi acompanhada de perto por ela, mesmo quando não estava presente, deixava orientações para que os licenciandos executassem o trabalho. Em alguns dias em que não participou da reunião, ela utilizou o intervalo para lanche para conversar com os licenciandos sobre o andamento do trabalho. Assim, por meio de intervenções adequadas, sugestões e boa disposição ela ajudou a manter o engajamento dos licenciandos.

6.2.2. A atuação do supervisor Marcos e demais professores da escola onde atuava o grupo 2

No grupo 2 houve menor interferência do supervisor, pois seus horários de aula coincidiram com a maioria das reuniões de preparação de atividades. As licenciandas propuseram a realização de uma feira de cultura envolvendo a maioria das disciplinas da escola, além de um debate para abordar as mudanças climáticas. Esse grupo mobilizou mais actantes (Quadro 6) mostrou-se mais autônomo, mais disposto a problematizar as controvérsias em torno do aquecimento global e mais ousado na proposição das atividades que envolvessem outros professores e conteúdos.

Podemos observar que na primeira reunião (FIGURA 17) a rede de actantes mobilizados pelo grupo 2 foi complexa e as licenciandas discutiram: aspectos científicos ligados ao aquecimento global, a controvérsias em torno do tema e a possibilidade de organização de uma feira de cultura e de um debate. Além disso foram abordados alguns aspectos didáticos envolvidos na produção dessas atividades, tais como: o número de aulas para cada atividade

⁹⁹ Um fato, um actante indispensável no processo de translação (Latour, 2000, p. 218; 247; 250).

e formas de avaliação. No entanto transformar essas ideias em prática dependia da aprovação e colaboração de outros professores e o grupo não antecipou isso, o que teve consequências para a conclusão do trabalho.

De fato, segundo relato de Mirna, os professores da escola do grupo 2 demonstraram desinteresse à realização da feira proposta pelas licenciandas, como notado na rede da reunião 4 (FIGURA 20) e na transcrição abaixo:

<p>Trecho 1</p> <p>Reunião 4 Grupo 2</p>	<p>Professora de química: eu escutei vocês falarem de feira em novembro/ de qual feira vocês estão falando(?)</p> <p>Luzia: não a gente está falando se</p> <p>Mirna: se tiver</p> <p>Luzia: se tiver</p> <p>Mirna: nem sabe se vai ter</p> <p>Luzia: é a proposta que a gente tinha feito de fazer a feira do aquecimento global</p> <p>Mirna: mas nem sabe se vai ter</p> <p>Professora de química: tá(!) por que eu vou fazer uma feira com eles esse ano uma feira de química/ sobre a água/ que vai ser em novembro</p> <p>Luzia: Ah/ está vendo(!)</p> <p>Flora: (inaudível) escola inteira(?)</p> <p>Professora de química: para todas as turmas de química da escola</p> <p>Mirna: a gente não sabe/ isso aqui é uma proposta/ a escola que vai decidir a gente não vai influenciar em nada/ se as pessoas fizerem</p> <p>Professora : ((inaudível)) a feira vai ser em novembro (?)</p> <p>Luzia: não é ((inaudível))</p> <p>Professora de química: ((inaudível)) início de novembro</p> <p>Flora: há entendi</p> <p>Professora de química: num sábado escolar a... inteira envolvida</p> <p>Flora: entendi</p> <p>Luzia: Ah tá(!)</p> <p>Mirna: Não mas</p> <p>Professora de química: a gente pode conversar</p> <p>Luzia: viu/ tá joia (risos)</p> <p>((inaudível))</p> <p>Flora: eu falei/ a gente não sabe...</p> <p>Mirna: vamos ver</p> <p>Luzia: (risos)</p> <p>Flora: Ou então tem</p> <p>Mirna: não tem como saber/ a gente não tem como saber ((a professora de química saiu da sala))</p> <p>Luzia: ((inaudível)) a Patrícia não ((Referindo-se a mim, que não estava entendendo o que estava acontecendo. Posteriormente Mirna me explicou))</p> <p>Mirna: Há/ desculpa eu esqueci que ela/ é porque/ não é é só por quê a gente está achando que tem algum professor /achando / que tem alguns professores que não estão querendo participar e estão achando ruim a gente ter sugerido isso/ mas a gente não tem certeza</p>
---	---

O desinteresse dos professores da escola, frente à proposta da feira de cultura, parece ter levado esse grupo a desistir dessa atividade.

Como já mencionado, o supervisor do grupo 2 esteve ausente da maioria das reuniões devido ao fato das mesmas coincidirem com seus horários de aula. Na reunião 4 (Figura 20) o supervisor participou apenas no final e sugeriu uma redução nas atividades propostas pelas licenciandas. A partir da reunião 5 elas começaram a preparar uma aula teórica com slides estudos dirigidos, em substituição às propostas iniciais da feira de cultura e debate sobre o aquecimento global. Na reunião 7 as ideias iniciais foram totalmente descartadas (FIGURA 23) e o material produzido pelo grupo limitou-se aos slides e estudos dirigidos (ANEXOS 4, 5 e 6). Isso ocorreu de forma improvisada e atribulada pela aproximação do final do semestre letivo e realização de outra feira de cultura da universidade na qual o PIBID Biologia estava inscrito e deveria apresentar os trabalhos realizados nas escolas.

Assim, o desinteresse dos professores da escola em relação às propostas das licenciandas, pode ser considerado um fator limitante para sua possibilidade de ação. Apesar de realizar uma boa discussão sobre o tema do aquecimento global, escolher materiais de consulta confiáveis e propor atividades, a conclusão de seu trabalho dependia em grande parte da participação dos professores da escola e seus interesses não foram considerados pelos grupos de licenciandas e nem discutidos com o supervisor do PIBID. Notamos, então, que as licenciandas, apesar de seu interesse e esforços, não conseguiram realizar as estratégias de translação, no caso presente, convencer o grupo de professores sobre a importância de sua proposta. A atuação do supervisor também parece ter sido importante para a desmobilização das licenciandas.

Outros fatores também podem ter interferido no andamento do trabalho do grupo 2: a saída de Mirna, uma das licenciandas mais participativas; a proximidade da feira de cultura da rede estadual, na qual o PIBID tinha trabalhos inscritos e o pedido de férias-prêmio do supervisor (reunião 8, Figura 24).

Na Figura 25, resumimos alguns fatores que interferiram na produção das atividades didáticas em ambos os grupos. Esses fatores levaram à modificação dos interesses dos diferentes actantes resultando em novos objetivos e podem ser considerados translações de interesses.

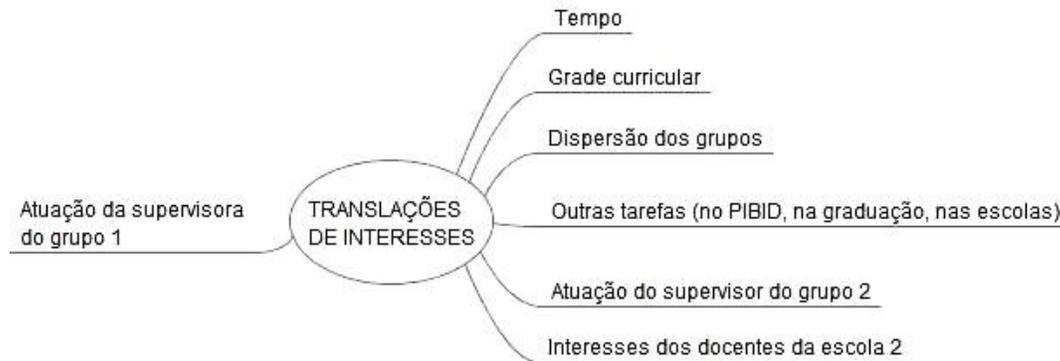


Figura 25: Fatores que influenciaram a produção das atividades didáticas em ambos os grupos: a atuação da supervisora do grupo 1 foi um fator determinante para a conclusão das atividades do grupo 1; os demais fatores (à direita) foram limitantes para a conclusão das atividades.

Para resumir as translações observadas, elaboramos um diagrama de translações de interesses relacionado à produção da atividade didática do aquecimento global para o grupo 1 (FIGURA 26) e grupo 2 (FIGURA 27).

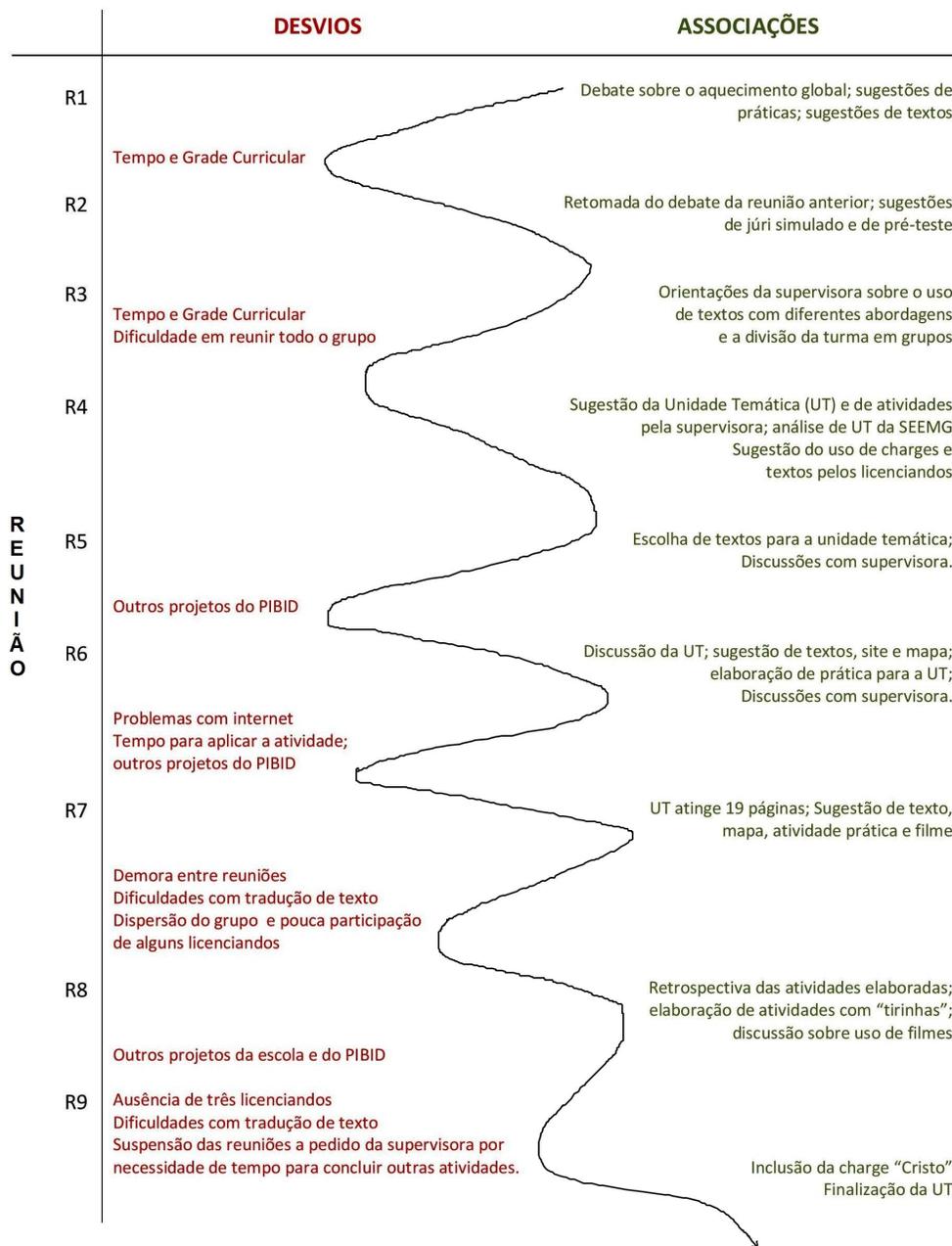


Figura 26: Diagrama de translações de interesses relacionados à produção da atividade didática sobre o aquecimento global, no grupo 1.

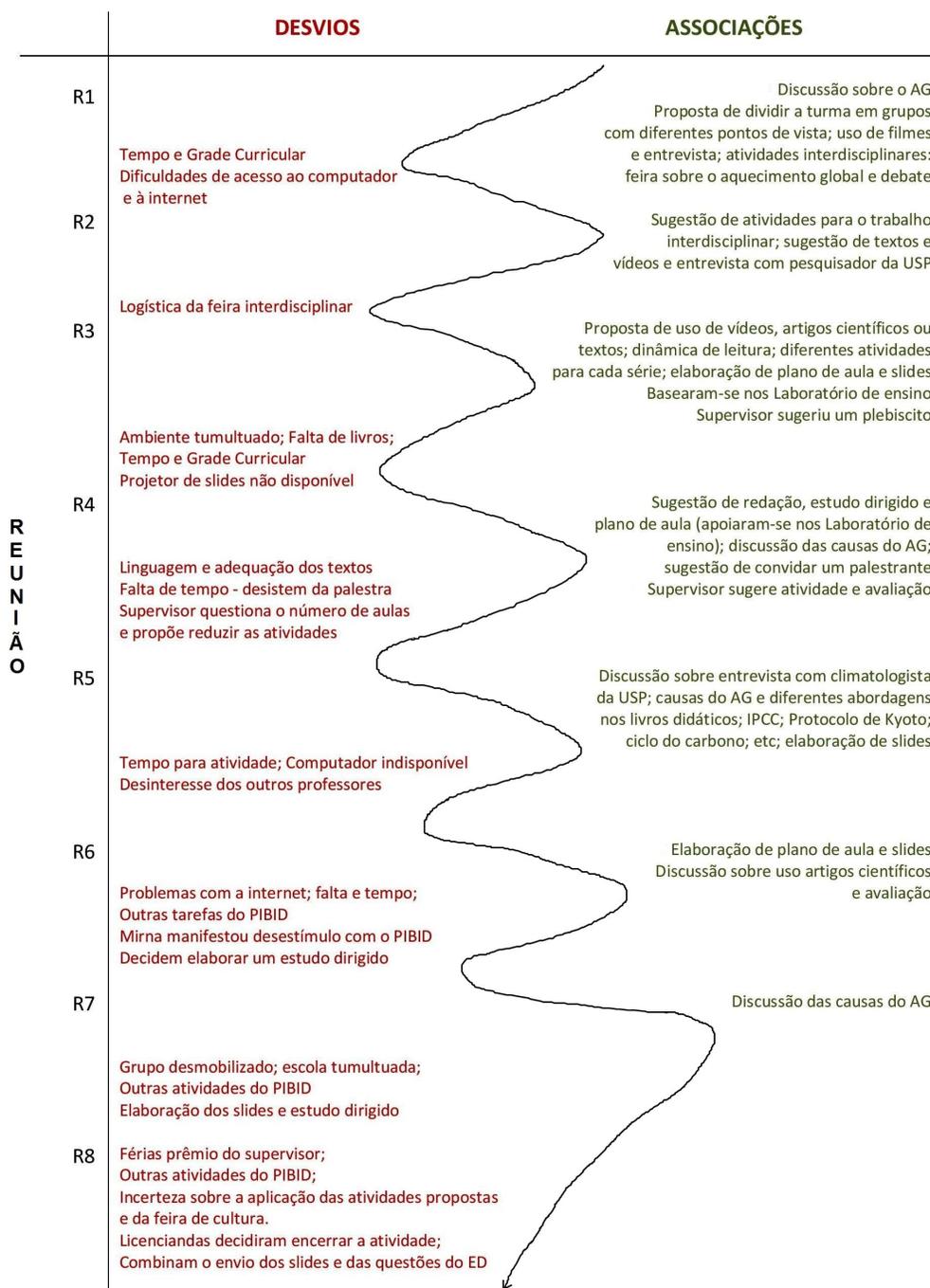


Figura 27: Diagrama de translações de interesses relacionados à produção da atividade didática, no grupo 2.

Esses diagramas são baseados no modelo de diagrama sócio-técnico, proposto por Latour (2015)¹⁰⁰ no qual “a ideia geral é a construção de um espaço mental onde você pode registrar os seguintes pontos para converter o objeto que você escolheu como seu ponto de partida em um projeto” (LATOURE, 2015)¹⁰¹:

1. Registrar alguns dos episódios de sua história, listando no que ela se apoia (associações) e com o que ele luta contra (desvios) em vários momentos do tempo.
2. Organizar esses episódios sucessivos de modo que possam ser vistos simultaneamente.
3. Detectar quais as mudanças nas associações e desvios que fizeram o projeto mais realista ou menos realista. Isso pode incluir humanos e não-humanos.

Segundo Latour (2015), a grande vantagem desse tipo de visualização simplificada é que ele ajuda a entender a tecnologia como um projeto e não como um objeto, ou seja, o objeto existe, mas apenas como um corte transversal em um determinado instante.

É importante salientar que tais diagramas podem ser utilizados para situações além daquelas envolvidas nas controvérsias sócio-técnicas (LATOURE, 2015, comunicação pessoal). Tal modelo de diagrama foi proposto originalmente para a análise de controvérsias sócio-técnicas, no entanto, em uma consulta que fiz durante o curso “*Scientific Humanities*”¹⁰², sobre a possibilidade de utilizar esse diagrama em minha pesquisa, o próprio professor Bruno Latour respondeu de forma afirmativa. A seguir transcrevo a resposta:

“você tem que tomar o objeto não como aço, parafusos e tipo de graxa (como uma máquina), mas como um processo que desloca a ação para alguma outra forma, de modo que, por exemplo, quando você está instruído a fazer um gesto de ginástica, ou dançar, a maneira como o professor, ou o treinador, faz você fazer coisas, que

¹⁰⁰ LATOURE, B. **Scientific Humanities Course**. Week 3: How to handle technical innovation? France Université Numerique. Sciences Po. Massive Open Online Course (MOOC), jan-mar. 2015.

¹⁰¹ IBIDEM

¹⁰² Realizado via internet, de janeiro a março de 2015, via France Université Numerique, Sciences Po, Massive Open Online Course (MOOC).

antes você não sabia como fazer, poderia ser tomada como um dispositivo sócio-técnico, mesmo que seja apenas instrução, roteiro e exemplos; então, técnico não significa material, mas "o que muda o curso da ação" e canaliza de forma diferente o que você está fazendo (software é um caso típico)." (LATOIR, 2015, comunicação pessoal; tradução nossa).

No interior do diagrama representamos os actantes e as ações dos membros dos grupos, ao longo das reuniões (R). Os desvios estão representados em vermelho e as associações em verde. A direção da seta, que passa ao longo das reuniões, indica os desvios e associações realizados pelos actantes ao longo do tempo.

Segundo Latour (2015), quando ocorrem problemas ou "avarias no estado normal das coisas há uma espécie de brecha nas maneiras como as coisas são tratadas" e elas começam a contar suas histórias. Assim, é possível descrevê-las. Por exemplo, você não está ciente de que há um computador entre você e seu plano de trabalho até o momento em que seu computador falha. Essas falhas revelam sucessivas camadas que revelam que há um novo componente ao longo do caminho que pode interromper o seu curso. Assim, as noções de desvio e associação permitem rastrear a tecnologia e a ciência.

Percebemos que alguns desvios são comuns aos dois grupos: limitações relacionadas ao tempo e à grade curricular, demanda em realizar outras atividades, dispersão ou desestímulo do grupo, materialidade entendida como acesso a computador, internet e local adequado para reunião (FIGURAS 26 e 27).

No grupo 1 (FIGURA 26) percebemos que as ações dos licenciandos, orientadas pela supervisora, avançam a despeito dos desvios e o grupo consegue concluir a atividade proposta. No grupo 2 (FIGURA 27), no entanto, os desvios são mais fortes que as associações. Apesar de todos os esforços, as licenciandas não conseguem realizar as translações de interesses necessárias para convencer os demais professores sobre a realização de uma feira de cultura. O supervisor sugere a redução das atividades propostas. Esse grupo, então, desiste de seu objetivo original e produz uma atividade alternativa.

A Figura 28 resume as principais translações de interesses observadas em ambos os grupos: os licenciandos do grupo 1 tinham como objetivo inicial produzir atividades didáticas sobre o aquecimento global. A intervenção da supervisora Fátima levou à reorganização das atividades e elaboração de uma Unidade Temática. No grupo 2, que pretendia realizar uma feira de cultura e um debate sobre o aquecimento global, a intervenção do supervisor e o desinteresse dos demais professores da escola levaram a um desvio do objetivo original, à redução das atividades e, em consequência, a elaboração de slides para aulas expositivas e estudos dirigidos. Assim, podemos concluir que a atuação da supervisora Fátima associa os actantes da rede e a ação do supervisor Marcos dissocia os actantes da rede.



Figura 28: Translações de interesses observadas nos grupos.

6.3. Actantes não-humanos que influenciaram na elaboração das atividades didáticas

Como discutido no capítulo 2, Nespôr (1994) demonstra que fatores tais como o tempo, o espaço (ambiente escolar; infraestrutura) e a grade curricular podem afetar a produção do conhecimento. Segundo esse autor, o conhecimento é sempre distribuído, pois as pessoas precisam de colegas,

computadores, laboratórios, etc., para aprenderem. Assim, aprender refere-se a mudanças nas organizações espaço-temporais dos atores-redes distribuídos.

Percebemos que o tempo, espaço e grade curricular foram actantes importantes nos dois grupos (Quadro 7).

Quadro 7: Tempo, espaço e grade curricular como actantes nas reuniões dos grupos 1 e 2 para a elaboração de atividades didáticas sobre o aquecimento global

ACTANTE	GRUPO 1	GRUPO 2
Tempo	R1; R3; R6	R1; R2; R3; R4; R5; R6; R7
Espaço	R1; R2; R3; R4; R5; R7; R9	R1; R2; R3; R4; R5; R6; R7
Grade curricular	R1; R3; R5; R8	R1; R2; R3; R4; R5; R7; R9

As conexões de cada actante podem ser visualizadas nas redes elaboradas para cada uma das reuniões.

Nas seções a seguir, detalharemos mais esse aspecto.

6.3.1. Tempo e grade curricular

Os estudantes dos dois grupos demonstraram preocupação com o número de aulas destinadas às atividades propostas e em como incluir o tema “aquecimento global” em uma grade curricular pré-definida sem prejudicar o tempo destinado às outras atividades curriculares. O tempo disponível para a realização das tarefas, duas horas semanais, também foi um fator limitante para os dois grupos.

Nos dois trechos seguintes, extraídos da reunião 6 do grupo 1 e reunião 1 do grupo 2, respectivamente, podemos notar essa preocupação com o tempo que será utilizado na aplicação da atividade sobre as mudanças climáticas.

<p>Trecho 2</p> <p>Reunião 6 Grupo 1</p>	<p>Supervisora Fátima: a gente tem de pensar no dia-a-dia do professor Paulo: [...] dependendo o professor teria mais tempo pra trabalhar com isso Supervisora Fátima: a gente poderia trabalhar a leitura / se possível o professor tiver acesso disponibilizar isso pela internet/ os textos [...] Théo: disponibilizar via web/ tipo um blog do professor Supervisora Fátima: pode ser site de escola, blog, facebook [...] Théo: então é isso mesmo/ a gente tem de ter um tempo limite para essa apresentação/ senão a gente perde tempo Supervisora Fátima: dez minutos/ quinze minutos/ vinte minutos; cada um tempo de cinco minutos para falar/ para apresentar [...] Supervisora Fátima: cada texto/ cinco minutos/ falar cinco minutos é muito tempo ...</p>
---	--

<p>Trecho 3</p> <p>Reunião 1 Grupo 2</p>	<p>Isamara: Aí entra um negócio, a gente vai / a aula que começa / para poder fazer a introdução. A gente vai ter o debate, não sei se vai precisar de mais de uma aula para fazer o debate. E ainda tem o documentário. Tem de pensar que são mais de três aulas ((inaudível)) Luzia: O documentário é grande/ mais de uma aula/ pelo menos duas aulas". ((inaudível; elas falam ao mesmo tempo))</p>
---	---

Nesses dois episódios o ensino de questões controversas entrou em conflito com o ensino de conteúdos científicos tradicionais. As licenciandas mostraram interesse na abordagem da controvérsia do aquecimento global, no entanto, encontraram desafios, como a necessidade de priorizar os conteúdos tradicionais e de dispor de mais tempo para realizar esse tipo de atividade. Resultados semelhantes foram obtidos em um estudo com professores realizado por Albe e Simonneaux¹⁰³ (2002, citado por ALBE, 2009), no qual foi observado que os professores mostraram-se adeptos ao ensino de questões controversas, mas identificaram limitações, tais como a necessidade de dar prioridade à preparação dos estudantes para exames. Dessa forma, para realizar abordagens diferenciadas em sala de aula, como o caso das controvérsias sócio-técnicas, é necessário maior flexibilidade curricular.

¹⁰³ ALBE, V.; L. SIMONNEAX. L'enseignement des questions scientifiques socialement vives das l'enseignement agricole: quelles sont les intentions des enseignants? Aster, v. 34, p. 131-156. 2002.

6.3.2. O espaço e os materiais de consulta

Em relação ao espaço (ambiente escolar; infraestrutura, materialidade), em ambas as escolas não havia uma infraestrutura adequada para as reuniões com os licenciandos do PIBID. Não havia sala disponível para reunião em nenhuma ocasião. Essas reuniões aconteceram em espaços improvisados (sala dos professores, biblioteca, quadra esportiva) onde havia circulação de outras pessoas e excesso de ruído. Nas duas escolas havia apenas um computador na sala dos professores com acesso limitado à internet. Os licenciandos utilizaram, na maior parte do tempo, *notebook* próprio para elaboração das atividades. O acervo das bibliotecas era limitado, constituído, principalmente por livros didáticos. Em relação às referências utilizadas, os licenciandos recorreram a diferentes materiais de consulta, tais como textos científicos, sites de divulgação científica e livros didáticos, dentre outros, para a construção das atividades (ANEXOS 7 e 8). No entanto, a maioria dos materiais foram obtidos via internet, com exceção das unidades temáticas da SEEMG utilizadas pelo grupo 1 e dois livros didáticos utilizados pelo grupo 2.

Identificamos, portanto, no espaço escolar, outro fator limitante para o desenvolvimento das atividades propostas pelos grupos. Segundo Nespor (1994, p. 19) o espaço não é um mero cenário natural da ação, mas é socialmente construído e constituído por meio da ação. Quando estudantes mobilizam livros-texto, casos, problemas e outros elementos fisicamente distantes, eles modelam o espaço da prática.

No caso dos licenciandos do PIBID, devido à escassez de recursos materiais disponíveis nas duas escolas, a internet funcionou como um “ponto de passagem obrigatório”, ou seja, um actante determinante na conclusão das atividades sobre aquecimento global do seu grupo já que outros recursos materiais eram escassos.

Como vimos, no início dessa seção, os dois grupos utilizaram a internet como principal fonte de pesquisa (ANEXOS 7 e 8). Mesmo assim, percebemos uma preocupação dos licenciandos em utilizar fontes de pesquisa confiáveis e, em consequência, um cuidado com a escolha das fontes de pesquisa.

No trecho abaixo as licenciandas do grupo 2 propuseram o uso de artigos, mas discutiram sua credibilidade.

<p>Trecho 4</p> <p>Reunião 4 Grupo 2</p>	<p>Luzia: Em relação aos artigos/ eu tive um certo problema/ por pela confiabilidade dos sites que eu não sei se eles são confiáveis/ então assim a gente tinha discutido/ que ele/ eh/ os artigos que a gente procuraria seriam artigos pró e contra/ né(?) (?): Hum hum(!)</p> <p>Luzia: O que que acontece(?) Eh/ os artigos que são contra ((risos)) os artigos que são contra eles são muito/ ah/ o linguajar é muito//</p> <p>Mirna: difícil//</p> <p>Luzia: Não/ não é que é difícil não/ ele é muito//</p> <p>Flora: complicado(?)</p> <p>Luzia: é tipo precário sabe(?)/ eles falam/ tipo é muito coloquial/ então não dá/ igual a mulher foi/ foi eh/ estava lendo/ a autora ela foi falar mal do da daquele filme né(?) daquele cara que fez o//</p> <p>Pesquisadora: o Al Gore(?)</p> <p>Luzia: é/ aí ela pegou e meio que/ meio que xingando ele/ eu falei assim/ não/ vou procurar uma coisa mais formal</p> <p>Pesquisadora: mas você buscou onde esse artigo assim/ você lembra(?)</p> <p>Luzia: no google acadêmico</p> <p>Pesquisadora: Ah/ tá(!)</p> <p>Luzia: Aí eu coloquei lá/ eh/ artigo de ((incompreensível))//</p> <p>Pesquisadora: de alguma revista/ tal(?)</p> <p>Luzia: é um livro/ esse que é o negócio(!) é um livro(!) e aí/ eu não sei se ele é confiável ou não mas eu já vi que que é/ inclusive o livro que eu peguei/ eu até anotei várias coisas/ ele chama base científica para a compreensão do aquecimento global/ esse aqui ele vai ter um capítulo que fala sobre o aquecimento global e eu achei ele interessante porque//</p> <p>Pesquisadora: você conseguiu baixar o livro(?)</p> <p>Luzia: não/ mas/ com as referências dele é só procurar o livro lá na internet/ que se ele tiver/ se não der/ a gente procura na biblioteca/</p>
---	--

Uma questão importante observada no trecho transcrito acima é a referência da licencianda Luzia à linguagem coloquial utilizada nos artigos contrários às mudanças climáticas: “*é tipo precário sabe? Eles falam, tipo, é muito coloquial*”. Essa questão nos remete a Latour (2000) sobre a retórica da literatura científica, segundo a qual o texto científico é bastante peculiar e utiliza vários recursos como referências, notas de rodapé, figuras, tabelas, etc., cuja finalidade é dificultar sua contestação. Podemos nos remeter também à “retórica da expertise”, utilizada por Maquiavel e pelos cientistas atuais (BROWN, 2009), que produzem textos objetivos nos quais o autor está ausente e os fatos falam em seu lugar.

A afirmativa de Luzia, que considera o texto coloquial, mostra que a licencianda identifica as diferenças entre a linguagem utilizada em textos científicos e não científicos e se utiliza disso para avaliar a qualidade da sua fonte de pesquisa.

Ainda sobre a confiabilidade das informações científicas podemos analisar mais uma situação. No trecho a seguir, ao propor uma atividade para abordar o aquecimento global e discutir o que entendem por controvérsia científica, as licenciandas do grupo 2 demonstram preocupação com a fonte de pesquisa.

<p>Trecho 5 Reunião 1 Grupo 2</p>	<p>Mirna: e eu quero respaldo científico/ eu não quero/ Ah(!)/ por que é/ eu vi no Fantástico/ não(!) entendeu? Jaciara: eu já ouvi muito ((incompreensível)) eu vi no jornal Mirna: eu quero artigo/ eu quero tese/ eu quero dissertação Luzia: Ah ((incompreensível)) se você passar também/ né(?) por que os ((incompreensível)) ((falam ao mesmo tempo)) Mirna: é isso ((incompreensível)) o Scielo é um excelente site ((incompreensível)) // Luzia: você vai indicar para eles.</p>
--	---

Aqui, notamos a preocupação das licenciandas com a origem das informações científicas. Isso é plenamente justificável, em se tratando de estudantes de graduação em uma área científica. Esse diálogo nos remete ao conceito de “*enunciados flutuante*” (LATOURE, 2015¹⁰⁴), para analisar essa situação. Ao questionar a confiabilidade dos sites, durante a pesquisa de bibliografia, as licenciandas fizeram um esforço no sentido de rastrear a origem dessa informação e evitar o uso de “enunciados flutuantes”, ou seja, dados cuja origem não foi devidamente rastreada.

Segundo Latour (2015), ao abordar as mudanças climáticas, ou qualquer outra controvérsia, estamos sujeitos aos enunciados flutuando ao acaso. Por exemplo, podemos encontrar um artigo afirmando que a concentração de CO₂ na atmosfera está aumentando desde a Revolução Industrial. Enquanto não rastreamos a origem dessa informação podemos considerá-la um “enunciado

¹⁰⁴ LATOUR, B. **Scientific Humanities Course**. Week 2: How to find one’s way in the scientific literature? France Université Numerique. Sciences Po. Massive Open Online Course (MOOC), jan-mar. 2015.

flutuante”. Essa expressão foi utilizada por Latour (2015) e refere-se à necessidade de rastreamos a origem de uma informação e relacionar esse enunciado às suas condições de produção. Enquanto isso não ocorrer, essa informação é como um enunciado flutuando aleatoriamente em conversas, na televisão, sobre as ondas, em blogs. Assim, ao buscar informações sobre as controvérsias é necessário questionar:

Quem lhes disse? A quem? Em que circunstâncias? Com que tipo de prova? Contra quem? Com que fim? A partir de que ponto de vista? De acordo com os princípios de que profissão? Com o financiamento? E assim por diante (LATOURE¹⁰⁵, 2015).

A solução para esse impasse seria “*seguir esse enunciado flutuante e colocá-lo ‘em um balão’*” (LATOURE¹⁰⁶, 2015), isto é, buscar a origem da informação. O balão aqui, se refere àqueles usados nas histórias em quadrinhos. Quando um personagem fala, sua fala está em um balão. Nesse sentido, colocar o enunciado em um balão significa buscar a origem da informação: quem falou isso, onde foi publicado?

Por outro lado, a fala de Mirna pode ser analisada sob a perspectiva do modelo da educação pública ou modelo do déficit (CALLON, 1999), segundo o qual apenas os cientistas seriam capazes de compreender a complexidade das questões tecnocientíficas relativas às controvérsias sócio-técnicas, não cabendo aos leigos a participação direta na produção de conhecimento.

A preocupação com a fidedignidade das fontes de pesquisa é essencial, mas deve haver um cuidado para não desvalorizar uma fonte de informação *a priori*. Em um contexto de formação de jovens um discurso que só valoriza a fala do técnico pode provocar uma inibição na participação dos mesmos em discussões envolvendo controvérsias científicas. Buscar as origens da informação e conectá-la aos seus autores pode ser mais esclarecedor ao mostrar quem é partidário de qual ponto de vista e essa atitude, segundo Latour (2015), é uma das etapas importantes no mapeamento de controvérsias.

¹⁰⁵ Idem.

¹⁰⁶ Idem.

A Figura 29 resume os principais actantes humanos e não-humanos que influenciaram no trabalho de preparação de atividades didáticas sobre o aquecimento global dos grupos 1 e 2.

Em relação aos actantes humanos, a supervisora do grupo 1 destacou-se pela orientação e apoio aos licenciandos e representou uma associação no trabalho do grupo. É considerada um ponto de passagem obrigatório. O supervisor desconstruiu os objetivos existentes e os professores da escola 2 demonstraram resistência às propostas das licenciandas do grupo 2. Assim, representaram desvios no projeto originalmente proposto.

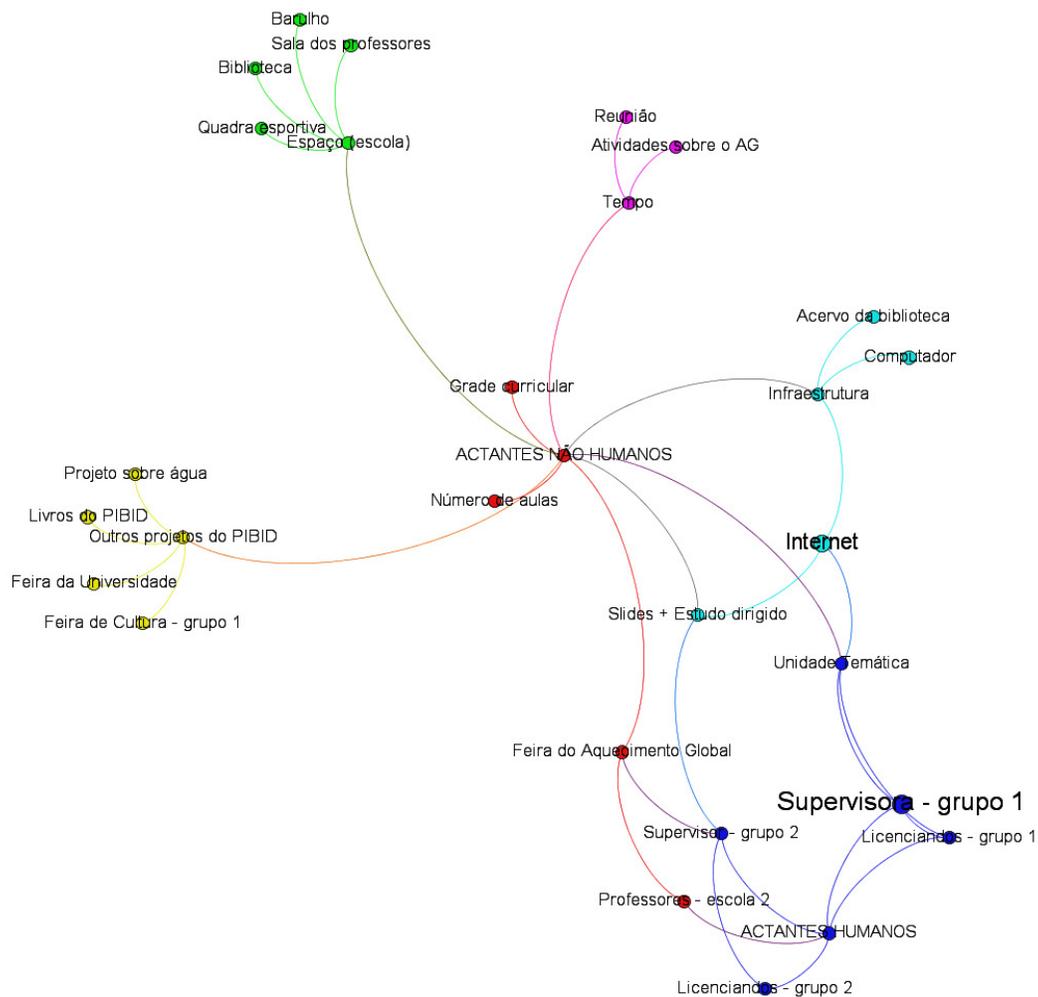


Figura 29: Principais actantes humanos e não-humanos que influenciaram o trabalho de preparação de atividades didáticas sobre o aquecimento global dos grupos 1 e 2.

Em ambos os grupos, o espaço físico (a infraestrutura) da escola, o tempo disponível e a grade curricular rígida, foram actantes não humanos que dificultaram o trabalho dos grupos. A internet pode ser considerada um ponto de passagem obrigatório por ser a principal fonte de pesquisa utilizados pelos dois grupos.

CAPÍTULO 7. COMO OS LICENCIANDOS DESCREVEM A CONTROVÉRSIA DO AQUECIMENTO GLOBAL E QUE PAPEL ATRIBUEM AOS ESPECIALISTAS, LEIGOS E POLÍTICOS NA GESTÃO DESSA CONTROVÉRSIA

De fato, na opinião dos agricultores, a coisa mais grave não é tanto que os especialistas cometeram erros, ou até mesmo que eles estragaram o seu trabalho, mas claramente que esconderam tudo isso atrás de uma autoconfiança decorrente do seu estatuto de cientistas ou especialistas.

(CALLON, LASCOUMES e BARTHE, 2009, p. 92)

Nesse capítulo procuraremos responder às seguintes questões de pesquisa:

Como os licenciandos descrevem a questão do aquecimento global?

Como os licenciandos descrevem a participação de especialistas (cientistas), leigos e políticos na gestão da controvérsia do aquecimento global e que funções atribuem a eles?

Para isso, além de retomar as redes produzidas para cada reunião, analisaremos, também, trechos de transcrições das reuniões que ilustram as questões discutidas.

7.1. Como os licenciandos descrevem a controvérsia do aquecimento global?

Nesse tópico discutiremos como os licenciandos descrevem uma controvérsia científica; a questão do aquecimento global como uma controvérsia; o aquecimento global no livro didático; como os licenciandos descrevem as relações entre ciência e política tais como o financiamento de pesquisa e a manipulação de dados e, finalmente, quais as possibilidades de ensino de controvérsias, ou seja quais os mundos possíveis. No Quadro 8 resumimos em que reuniões tais tópicos foram abordados.

Quadro 8: Como os licenciandos descrevem a controvérsia do aquecimento global.

	GRUPO 1	GRUPO 2
O que é uma controvérsia?	-	R1; R2; R5
O aquecimento global com um tema controverso	R1; R2; R3; R4; R5; R6; R7; R8	R1; R2; R3; R4; R5; R7;
O aquecimento global no livro didático	R1	R3; R5; R7
Relações Ciência x Política	R1; R4; R5; R6	R1; R4; R5
Mundos possíveis	R2; R5	-

7.1.1. O que é uma controvérsia sócio-técnica? O aquecimento global é um controvérsia?

O que caracteriza uma controvérsia sócio-técnica foi uma questão discutida em apenas uma situação que será mostrada a seguir. No trecho abaixo, Mirna fala sobre sua visão em relação aos temas controversos.

Trecho 6	Mirna: É/ quando eu vi o e-mail da Jaciara/ é / obrigada(!) ((agradece)) o que que eu pensei(?)/ eu acho que temas controversos/ como esse/ que tem duas opiniões/ onde cientistas renomados debatem/ eu acho que é interessante a gente trazer o debate pra sala de aula principalmente por ser o 2º ano /se fosse o 1º talvez não funcionasse tão bem aqui né(!) mas como é o 2º é uma sala só é mais tranquilo / é/ e o que que eu acho(?)/ como que eu faria(?) eu primeiro daria uma aula com a parte teórica / tipo o que que é aquecimento global (?) não sei o quê não sei o quê e com a parte/é/ por que o aquecimento global existe né/ é uma realidade é um processo natural/ então eu explicaria o processo natural/
Reunião 1 Grupo 2	

Mirna considera a controvérsia como originada pela disputa entre cientistas e sugere levar o debate para a sala de aula. Aqui podemos notar duas questões: 1) A questão das controvérsias é parcialmente compreendida. Controvérsias podem ser originadas em diferentes situações em que atores discordam (VENTURINI, 2010, p. 261). Elas não se resumem a disputas entre cientistas. Uma controvérsia pode surgir quando um grupo de ambientalistas se coloca contrário à instalação de uma mineradora. Portanto, as licenciandas identificam parcialmente a origem das controvérsias. 2) A sugestão de levar o debate para a sala de aula reforça a ideia de existência de uma controvérsia

verdadeira, em relação ao aquecimento global. Como será discutido adiante, isso pode ser questionado.

Nas duas transcrições a seguir veremos como os licenciandos abordaram a questão do aquecimento global. Nos dois grupos essa questão foi tratada como uma controvérsia *a priori*. Em seguida, as licenciandas discutiram as causas do aquecimento global e a proposta de realizar uma atividade com os estudantes da escola e dividir a turma em dois grupos com diferentes posições sobre o tema.

<p>Trecho 7</p> <p>Reunião 1 Grupo 2</p>	<p>Mirna: não/ o aquecimento global é um processo natural/ ele acontece desde os os primórdios quando nem existia ser humano/ existia aquecimento/ a Terra aquece resfria aquece resfria/ então é um acontecimento natural / entendeu(?) O que se questiona hoje em dia é a participação do homem/ Na geografia fala que não influencia ((o homem)). Eles têm dados que comprovam que não há atuação do homem/ independentemente da quantidade de negócio fóssil que está / né/ não está interferindo é e continua sendo um processo natural e se o homem não existisse estaria do mesmo jeito que está/ do mesmo jeito/ já os biólogos falam que não/ que o homem está interferindo a ponto de ser em uma escala global por que a interferência do homem está afetando o aquecimento global no é no caso global/ Então eu falaria o que que é aquecimento não sei o quê não sei o quê/ é / em uma aula e já falaria com os alunos Oh/ se preparem/ dividiria a turma de forma / em dois grupos independentemente da opinião do aluno//</p> <p>Márcia: ((incompreensível))</p> <p>Mirna: entendeu(?) em dois grupos/ um vai defender e um vai criticar</p>
---	---

A proposta de dividir a turma em dois grupos, um a favor do aquecimento global como fenômeno antrópico e outro que considera o aquecimento global como fenômeno natural apareceu também no grupo 1 com a proposta de realizar um júri simulado (Reunião 2) e discussão de textos com pontos de vista opostos sobre o tema.

Na transcrição abaixo, discute-se a falta de consenso sobre o aquecimento global. As licenciandas estavam consultando livros didáticos e discutindo quais informações deveriam ser colocadas nos slides. Luzia sugeriu uma sequência que mostra diversos pontos de vista e Jaciara concordou.

<p>Trecho 8 Reunião 5 Grupo 2</p>	<p>Márcia: Só uma coisa/ realmente os cientistas que acham que é/ que é coisa geológica acreditam que/ o clima está esquentando? Eu já ouvi falar que eles acreditam que a gente está entrando em outra glaciação/ Jaciara: Não/ mas a gente está (!) Você já não teve isso em paleontologia não(?) A gente está ainda na no momento de aquecimento/ só que a gente está no último pico/ aí você vai ver no gráfico ((incompreensível)) próximo// Márcia: Então(!) mas é isso que eu estou falando/ aqui está falando como se os cientistas acreditassem que/ mesmo não sendo ação antrópica que/ está aumentando a temperatura/ mas eles 'tão// Luzia: A gente tem que ver de quando que é esse livro também ((referindo ao livro didático))/ [...] Jaciara: ((incompreensível)) entretanto não há consenso ((lê um trecho do livro)) Jaciara e Márcia: [se hoje vivemos um período interglacial] ((leem um trecho do livro)) Márcia: Elevação natural da temperatura ((lê um trecho do livro))/ mas a tendência é que a temperatura depois abaixe(!) Jaciara: é ((incompreensível)) abaixado muito Márcia: o que/ o que os climatologistas/ eh/ defendem é que o contrário/ a temperatura não está aumentando ela vai começar a baixar// Luzia: ((incompreensível)) isso tem no livro de paleontologia(?) Jaciara: Tem Luzia: A gente pode pegar em livro de paleontologia acho que não tem problema// Jaciara: ((incompreensível)) é eu acho que são erros que da mesma forma que tem no livro// [...] Jaciara: Aí mostra onde a gente está hoje/ aí mostra que já foi muito mais quente então muita gente fala assim não a gente falando ah que está esquentando// Luzia: então que que pode fazer/ fazer? a gente pode falar desse ((apontando o gráfico)) Jaciara: É Luzia: A gente depois coloca esse ((apontando o gráfico)) e traz esse gráfico/ entendeu(?) Jaciara: Eu tenho// Luzia: Para mostrar diversos pontos de vista Jaciara: eu tenho a aula do ((incompreensível)) Flora: ((incompreensível)) mandou para gente as imagens todos os gráficos Márcia: aí é ((incompreensível; falam ao mesmo tempo)) Jaciara: Eu vou procurar Luzia: você mostra todos/ cada um vai pro lado que achar melhor// Jaciara: É isso que eu acho legal [...] Márcia: eu sempre sou a favor desse ponto de vista/ a ciência ela tem muitos pontos de vista/ e aí o aluno tem que saber quais são ele escolhe qual que ele vai// Flora: está errado e se a gente colocar ((incompreensível))</p>
--	---

Na transcrição acima, observamos que durante a discussão as licenciandas mobilizaram os cientistas, a disciplina de paleontologia, os climatologistas. Evidencia-se, assim, a importância dada ao especialista durante a abordagem de uma controvérsia. Na continuação da discussão elas falam especificamente sobre a necessidade de apresentar os dois lados da controvérsia na ciência.

No final do trecho acima, Márcia diz que “*a ciência ela tem muitos pontos de vista, e aí o aluno tem que saber quais são, ele escolhe qual que ele vai*”. A licencianda sugere a necessidade de apresentar as opiniões de todos os lados da controvérsia, deixando para o estudante a escolha.

Ao propor a divisão da turma em dois grupos com opiniões opostas (grupo 2) e a realização de um júri simulado e discussão de textos (grupo 1) reforçam a ideia de que não há consenso e de que há dois lados opostos nessa questão. Percebemos que o aquecimento global é tratado, na atividade didática, como uma controvérsia genuína¹⁰⁷ nos dois grupos, o que é discutível. Segundo Latour (2015) o aquecimento global é uma controvérsia espúria, produzida com o objetivo de gerar polêmica e adiar a ação (ver seção 1.7.1).

7.1.2. O aquecimento global no livro didático

Um dos materiais de consulta do grupo 2 foram os livros didáticos de biologia e geografia disponíveis na escola. Na sequência da discussão anterior, as licenciandas falaram a respeito da atualização dos dados disponíveis no livro didático:

<p>Trecho 9 Reunião 5 Grupo 2</p>	<p>Luzia: A gente tem que ver de quando que é esse livro também/ [...] Jaciara: ((incompreensível)) é eu acho que são erros que da mesma forma que tem no livro//</p>
--	---

No início da transcrição abaixo, Márcia discutiu uma passagem do livro didático que não está de acordo com informações que ela possuía.

¹⁰⁷ Usamos a expressão controvérsia genuína para fazer oposição à expressão controvérsia espúria, utilizada por Latour.

Na continuação dessa conversa, as licenciandas discutiram sobre a falta de referências e sobre a falta de consenso em torno do aquecimento global e terminaram comentando a desatualização das informações contidas no livro didático.

<p>Trecho 10 Reunião 5 Grupo 2</p>	<p>Márcia: Mas/ pois é/ mas é isso que eu estou falando não sei se isso aqui é tipo um erro do livro ou se isso aqui é realmente uma posição de alguns cientistas/ entendeu(?) Porque/ porque/ quando eu escutei falar dos que são contra eles falam que a temperatura está caindo e não que está aumentando/ é isso que eu estou falando/ isso a gente tem que procurar saber</p> <p>Flora: ((incompreensível)) eles estão falando que está ((incompreensível))</p> <p>Márcia: aqui eles estão falando que uma elevação natural da temperatura/</p> <p>Flora: pois é mas quem está falando isso aí/ no livro(?)</p> <p>Jaciara: Não/ está geral ((incompreensível))</p> <p>Flora: Está geral né(?)/ não está colocando ninguém então ((incompreensível; falam ao mesmo tempo))</p> <p>Jaciara: Não/ pois é/ mas ele fala ó é não tem consenso se a gente está vivendo um período interglacial que normalmente tem elevação natural/ é aí isso só para as pessoas que defendem que é natural</p> <p>Flora: Que é natural(!)</p> <p>Jaciara: Então(!) Aí não se sabe se é isso ou se o aquecimento global tem causas apenas antrópicas/ não se sabe se é os dois junto/ ele não falou</p> <p>Flora: Então(?) então ((incompreensível)) não tem problema</p> <p>Jaciara: Só que ele também não confirmou que a gente está no interglacial//</p> <p>Flora: Aí a gente pode colocar o outro</p> <p>Jaciara: Podia falar que está errado/ não sei o quê lá/ porque hoje se sabe que é/ mas acho que é o que acontece mesmo no livro didático ele não acompanha o né(!) o conhecimento/</p>
---	---

Esse trecho remete novamente aos “enunciados flutuantes”. Márcia demonstra dificuldade em decidir se as informações do livro didático expressam um fato científico ou não. Ao questionar “*quem está falando isso aí, no livro?*” Flora demonstra a necessidade de rastrear a origem dessa informação. Caso seja ligada a um cientista, sua aceitação provavelmente será maior. Como está colocada no livro didático essa informação assemelha-se mais a um “enunciado flutuante”, não um fato. Como os livros didáticos não costumam ter citações no corpo do texto e, eventualmente, possuem uma lista de referências bibliográficas no final, isso impossibilita o processo de rastrear a origem das informações divulgadas.

7.1.3. O financiamento de pesquisa e manipulação de dados

A questão do financiamento de pesquisa e da manipulação de dados científicos foi discutida nos dois grupos em diferentes ocasiões.

Durante a discussão sobre o uso do documentário “*Uma verdade inconveniente*” as licenciandas do grupo 2 também falaram da possibilidade de uso de outros documentários como material didático. Elas destacaram alguns aspectos importantes, como a questão do financiamento da pesquisa e a manipulação de dados científicos.

<p>Trecho 11</p> <p>Reunião 1 Grupo 2</p>	<p>Luzia: (...) e o outro eu assisti foi quando eu fui fazer curso técnico que o professor estava discutindo isso ele passou/ é foi na verdade um documentário que grandes empresas é pagaram cientistas para poder fazer [...]</p> <p>Mirna: E eu acho ((incompreensível)) interessante/ Eu acho isso uma coisa muito legal da gente falar é/ tentar colocar no aluno a consciência de que muito cientista/ ele manipula resultado/ pra ser de acordo com o que a empresa que contratou quer/ entendeu(?) não quer dizer que ele está mentindo/ ele pode está omitindo mostrando só o que convém/ entendeu(?) e isso é uma coisa importante//</p>
--	--

Na continuação da mesma reunião, no trecho a seguir, Mirna afirmou sua confiança nos cientistas, mas logo depois, ela falou sobre a necessidade de dados para provar uma afirmativa e da necessidade de saber quem financia a pesquisa, o que pode influenciar no resultado final divulgado ao público. Ela também ressaltou a necessidade de desenvolver o espírito crítico em relação a isso.

<p>Trecho 12</p> <p>Reunião 1 Grupo 2</p>	<p>Mirna: Não(!) é porque revista querendo ou não a gente/ eu pelo menos jornal revista para tudo isso eu já tenho preconceito/ um cientista chegar e falar/ é diferente entendeu(?) por que parte do pressuposto que cientista tem um pacto com a verdade/ é/ ele tem um pacto com a verdade/ entendeu(?)//</p> <p>Luzia: ((incompreensível)) está falando um cientista/ a gente já está julgando que ele falou errado às vezes ele não falou/ sabe/ tipo assim//</p> <p>Mirna e Jaciara: ((incompreensível))</p> <p>Mirna: a gente também tem de estar com o pé atrás com essas coisas esses dados/ ah(!) não mas eu tenho dados para provar/ e aí//</p> <p>Márcia: Mas é isso que eu estou falando/ nada vai ter/ é total verdade/ entendeu(?) a pessoa tem que/ na ciência que que acontece/ você tem que argumentar a favor dele e provar o máximo possível/ entendeu(?)//</p>
--	--

	<p>Mirna: Não/ isso eu concordo mas ((incompreensível)) vamos supor que a empresa que financiou o projeto do cient ((cientista)) eu acho que tem muito importante você/ analisar quem que está financiando esse projeto desse cientista(?)/ aí você vai ver é uma empresa que está relacionada com o petróleo. É óbvio que ela vai querer falar que o trem não é um problema antrópico entendeu(?) Ela quer que ele prove que não é/ então eu acho que assim/ não quer dizer necessariamente que o que ele está falando é errado/ só que ele está enfatizando a parte que convém/ é isso que eu estou querendo falar entendeu(?)</p> <p>Márcia: ((incompreensível))</p> <p>Mirna: exatamente(!) Criar um senso crítico/ entendeu(?)</p> <p>Mirna: mas o documentário que eu estava falando/ nem é documentário/ é a entrevista daquele pesquisador que foi ao Jô/ que é um geógrafo se eu não me engano/ que foi lá no Jô e falou/ e bateu que não é/... eu acho super interessante passar esse documentário/ que eu acho que tem que ser passado em sala/ por que se você mandar o aluno ver</p>
--	---

Ao longo dessa discussão, é possível perceber que há um momento em que Mirna demonstra uma visão da ciência incompatível com a realidade ao afirmar que o “cientista tem um pacto com a verdade”. Em outro momento, como ao discutir a influência do financiamento nos resultados de pesquisa, ela questiona a confiança cega em dados científicos: *“tem de está com o pé atrás com essas coisas esses dados”*; *“eu acho que tem muito importante você/ analisar quem que está financiando esse projeto desse cientista”*.

Assim, ao mesmo tempo em que as licenciandas usam a “retórica da expertise” (BROWN, 2009), que enfatiza a utilidade do especialista e gera uma forte divisão entre especialistas e o público, elas demonstram um compreensão mais aprofundada dos processos de produção do conhecimento científico no que diz respeito à manipulação de dados e financiamento de pesquisa.

A proposta de usar uma entrevista realizada no “Programa do Jô” com um climatologista da USP, que questiona o aquecimento global, como uma forma de “criar um senso crítico” entre os alunos sugere que exibir os “dois lados” da questão do aquecimento global, ou seja, a posição dos aquecimentistas e a posição dos céticos, seria o correto a fazer em uma situação de ensino sobre controvérsias científicas. Como discutido anteriormente, o aquecimento global pode ser considerado uma controvérsia espúria (LATOURE, 2015), e seria importante questionar se realmente existe uma controvérsia ou se ela é fabricada com a finalidade de adiar a ação. No

entanto, é difícil esperar que esse tipo de questão surja espontaneamente, visto que eles não tiveram oportunidades de fazer tal tipo de discussão durante a graduação.

Em outra situação, na reunião 6 do grupo 1, a supervisora Fátima chama a atenção para a possibilidade de dados científicos serem usados para convencer as pessoas:

<p>Trecho 13 Reunião 6 Grupo 1</p>	<p>Paulo: mas aí tem uma questão do interesse humano/ é um processo natural/ mas está fazendo mal para gente então eu ((incompreensível - falam ao mesmo tempo)) Supervisora Fátima: acho que é/ um problema antropogênico eu acho que a gente contribui muito para esse processo Paulo: Eu acho que é natural mas que foi agravado Lorraine: Hum hum Paulo: Por causa do Supervisora Fátima: a minha visão é essa/ entendeu(?) ((incompreensível)) // Paulo: Eu vi uma palestra de uma cara que ele mostrou/ tipo assim/ uma questão/ uma linha do tempo variações de temperatura que que ocorrem tudo mais/ assim Supervisora Fátima: é/ se a gente quiser convencer uma pessoa eu posso pegar um tanto de dados e convencer a pessoa Théo: É de todos os lados Lorraine: É de todos os lados ((risos))</p>
---	--

No trecho acima, a supervisora Fátima discute com Paulo as causas do aquecimento global. No final, ela afirma que “*se a gente quiser convencer uma pessoa eu posso pegar um tanto de dado e convencer a pessoa*”.

Dados científicos podem esclarecer uma questão, mas também podem ser utilizados para provocar dúvidas e gerar controvérsias, o que provoca o adiamento das decisões. O conceito de “produção da ignorância”¹⁰⁸ (GROSS¹⁰⁹, 2007, citado por BROWN, 2009) segundo o qual a falta de consenso dificulta a escolha entre os não cientistas, parece adequado para analisar a situação acima.

¹⁰⁸ Segundo Sismondo (2010, p. 169) “*a discrepância entre a versão idealizada da ciência comum na mídia e relatos confusos pode, algumas vezes, ser usada para propósitos particulares, estabelecendo ignorância ao invés de conhecimento*”. Esse autor cita exemplos relacionados às mudanças climáticas, indústria do tabaco, onde a produção da ignorância por meio da difusão de informações contraditórias levou a opinião pública a duvidar dessas questões.

¹⁰⁹ GROSS, M. The Unknown in Process: Dynamic Connections of Ignorance, Non- Knowledge and Related Concepts. *Current Sociology*, v. 55, n. 5, p. 742– 759. 2007.

No caso do aquecimento global, a discussão gerada pelos céticos entra em conflito com os dados apresentados pelo IPCC. Segundo Wihbey (2012) um estudo de 2012 da Drexel University, McGill University e Ohio State University, denominado “*Shifting Public Opinion on Climate Change: An Empirical Assessment of Factors Influencing Concern over Climate Change in the U.S., 2002-2010*”¹¹⁰,” procurou explicar as variações na opinião pública a respeito do aquecimento global. Os resultados mostraram que os sinais contrários emitidos na controvérsia do aquecimento global resultaram em níveis contrários de interesse público, pela mesma.

A questão da manipulação de dados também foi abordada pelo grupo 2, como podemos verificar na transcrição abaixo, na qual as licenciandas discutiram a manipulação de dados científicos com objetivos ideológicos e sobre o financiamento de pesquisas por empresas com o objetivo de manipular dados para benefício próprio. Elas questionaram assim a ideia de neutralidade da ciência.

<p>Trecho 14 Reunião 5 Grupo 2</p>	<p>Jaciara: Eles vão falar que que/ que quem fala que não vão aumentar são as empresas que estão/ que ficam investindo nas pesquisas para induzir/ para comprovar que elas não estão interferindo em nada/ Luzia: é/ é/ Jaciara: Sempre nesse estilo/ Luzia: Exatamente(!) Como diz um colega// Jaciara: Para ser contra/ que o homem não está ((incompreensível)) que são as próprias indústrias que estão investindo nas pesquisas para induzir resultados falando que não são eles que estão/ eles falam que quem faz essa pesquisa são as indústrias poluidoras para tirar o corpo deles fora//</p>
---	--

Esse caso em que as indústrias supostamente estariam manipulando dados no sentido de se livrar da responsabilidade pela poluição, também se relaciona à falta de transparência nas questões públicas, abordada por Dewey, segundo Brown (2009), que dificultam a cidadania democrática genuína, devido ao acesso limitado do cidadão interessado às informações necessárias para avaliar a questão.

¹¹⁰ "Mudança da opinião pública sobre as alterações climáticas: uma avaliação empírica de fatores que influenciam a preocupação com as alterações climáticas em os EUA, 2002-2010.

Nas duas últimas transcrições notamos, tanto por parte da supervisora do grupo 1 como das licenciandas do grupo 2, uma percepção dos fatores que influenciam a “ciência em ação”. A manipulação de dados científicos e a influência da origem do financiamento na pesquisa são questões que precisam ser tratadas em sala de aula e também na formação de professores de ciências naturais.

7.1.4. Mundos possíveis 1: envolver o aluno na busca de soluções para o aquecimento global

Nessa seção analisaremos situações nas quais a proposta é envolver o aluno na busca de soluções para o aquecimento global e que levem formação do senso crítico desses alunos.

Nos trechos abaixo, retirados da unidade temática (rascunho e versão final), os licenciandos do grupo 1 revelam sua intenção de propor atividades que despertem o senso crítico dos estudantes, que os preparem para a participação na busca de soluções para a questão do aquecimento global.

<p>Trecho 15</p> <p>Extraído do material escrito</p>	<p>- Focar mais nos efeitos do aquecimento do que no processo químico do aquecimento.</p> <p>- Propor o trabalho para incluir o aluno no problema e criar soluções.” (trecho do primeiro rascunho da Unidade Temática, GRUPO 1)</p> <p>“Discutir as questões políticas e sociais acerca do tema. Formar um estudante crítico e participativo.” (Unidade Temática, grupo 1, página 3)</p> <p>“Outro método que também não é convencional são as tirinhas. De uma forma lúdica há o estímulo para interpretação e o desenvolvimento do pensamento crítico dos alunos.” (trecho da Unidade Temática, grupo 1, página 23).</p>
---	--

Na situação seguinte, a supervisora Fátima e os licenciandos Théo, Paulo e Lorraine, do grupo 1, discutiram um trecho da UT em que eles propõem a participação dos alunos na resolução do problema do aquecimento global.

<p>Trecho 16</p> <p>Reunião 6 Grupo 1</p>	<p>Supervisora Fátima: Propor atividades que visem a resolução diminuição do problema ((Ela lê o trecho proposto pelos estudantes)) inserir os alunos no problema/ propor atividades que visem a resolução diminuição/ como é que nós vamos resolver o problema(?) ((risos)) Depende da visão que a gente vai passar/ Oh/ propor atividades que visem a redução e diminuição do problema/ como é que vocês vão fazer isso(?) vocês já estão falando que o problema é causado pelo homem(?)</p> <p>Théo: Não aí nós vamos//</p> <p>Paulo: ((incompreensível)) você for parar para pensar que a gente não/ que aí a gente está assumindo o ponto de vista de que</p> <p>Supervisora Fátima: Ham ham(!)</p> <p>Paulo: Apesar de que não//</p> <p>Supervisora Fátima: ((incompreensível)) você consegue</p> <p>Paulo: é você parar para pensar/ sendo/ é/ a questão meio ambiente ou uma questão causada pelo homem a gente pode diminuir/ tipo se a gente é / tipo assim o homem tem ferramentas para influenciar o meio ambiente</p> <p>Supervisora Fátima: é/ mas aí eu já estou falando//</p> <p>Paulo: ele faz isso</p> <p>Supervisora Fátima: está assumindo que a visão//</p> <p>Paulo: não é a gente está assumindo que a gente pode diminuir/ tipo assim / o problema não é se está assumindo o que está assumindo na verdade é que algo / é ruim/ é algo que está causando dano/ já que você tem que diminuir/ tipo assim que o aquecimento global//</p> <p>Supervisora Fátima: mas se o aluno virar e falar assim(:) você falou que não tem solução então como que você está falando que eu posso propor uma atividade para reduzir ((risos))</p> <p>Paulo: é</p>
--	---

No trecho apresentado acima, a supervisora Fátima sugere a inserção dos alunos no problema e em sua resolução. Nessas duas situações a questão do aquecimento global deixa de ser tratada exclusivamente como um debate entre cientistas e surgem os híbridos entre ciência e política. A necessidade de que o cidadão (estudante, no caso) participe ativamente, é considerada.

As duas situações apresentadas são significativas, pois vem ao encontro de várias ideias discutidas no referencial teórico: a posição de Hobbes em relação à responsabilidade do cidadão pelas consequências públicas do conhecimento científico; a noção de engajamento público na ciência, defendida por Dewey (BROWN, 2009) e a questão da educação para a democratização (AULER, 2011). Tudo isso está em consonância com a ideia de uma educação para a participação ativa na construção dos “mundos possíveis”, defendida por Callon, Lascoumes e Barthe (2009).

Aqui ressaltamos novamente a importância da supervisora na condução das discussões do grupo. No entanto, os licenciandos não aprofundaram essa discussão nas reuniões e nem nas atividades propostas.

Também notamos o processo de purificação na fala de Paulo, “[...] a *questão meio ambiente ou uma questão causada pelo homem* [...]”. O aquecimento global não é tratado como híbrido: ou é culpa do homem ou é processo natural.

Na Figura 30, resumimos os resultados sobre como os licenciandos do PIBID descrevem a controvérsia do aquecimento global.

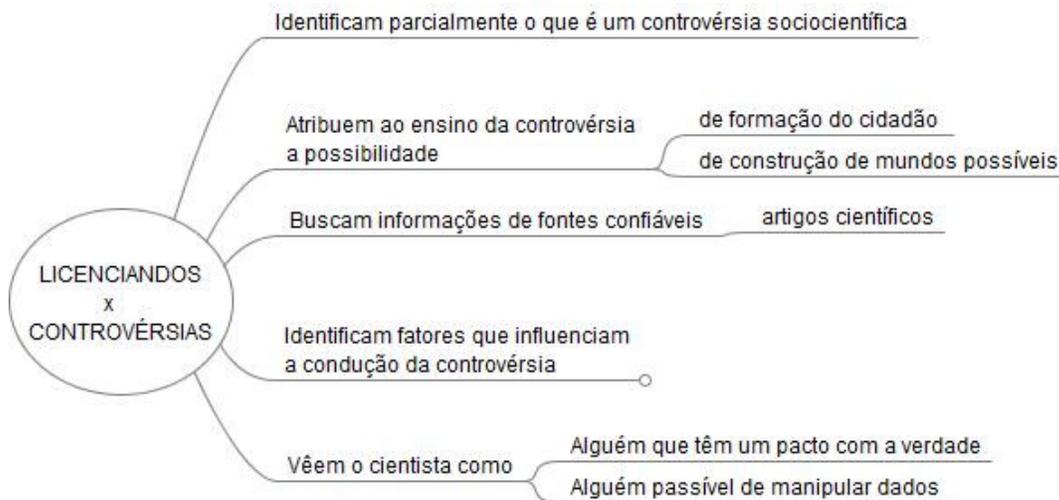


Figura 30: Como os licenciandos do PIBID descrevem a controvérsia do aquecimento global.

Nossos dados mostram que os licenciandos, identificam parcialmente as características de uma controvérsia científica. Têm o cuidado de buscar fontes de informação confiáveis. Identificam os fatores que influenciam a condução de uma controvérsia, tais como o financiamento de pesquisa e a manipulação de dados. Em algumas situações demonstram uma visão do cientista incompatível com a realidade, como alguém que tem um pacto com a verdade. Percebem que as controvérsias podem ser importantes para a formação do cidadão e construção de mundos possíveis.

7.2. Como os licenciandos descrevem a participação de especialistas, leigos e políticos na gestão da controvérsia do aquecimento global.

Nessa seção analisaremos como os licenciandos descrevem a participação de especialistas, leigos e políticos na gestão da controvérsia do aquecimento global. No Quadro 9, resumimos em quais reuniões isso foi observado.

Quadro 9: Reuniões nas quais os licenciandos descreveram a participação de especialistas, leigos e políticos, na gestão da controvérsia do aquecimento global, para fins de elaboração de atividade didática.

	GRUPO 1	GRUPO 2
Leigos	R5	R4
Cientistas	R1; R3; R4; R5; R7	R1; R2; R4; R5; R6
Políticos	R4; R5; R6; R7	R1; R4

Nas seções seguintes discutiremos algumas transcrições relacionadas a essa questão.

7.2.1. Papel atribuído aos cientistas e leigos

Nessa seção analisaremos qual o papel atribuído, pelos licenciandos, aos cientistas e leigos. É possível observar em diferentes situações um reforço da “retórica da expertise” (BROWN, 2009) e do “modelo do déficit” (CALLON, LASCOUMES e BARTHE, 2009).

No trecho a seguir, notamos que, durante a elaboração da atividade didática do grupo 1 foi sugerido o uso de textos com diferentes enfoques: um que trata do aquecimento global como fenômeno natural e outro que aborde a questão como fenômeno antrópico. Para isso foi proposto o uso de algum texto elaborado pelo pesquisador, contrário ao aquecimento global, que participou do “Programa do Jô”. Também foi sugerido um texto do cientista Carl Sagan, em contraposição à entrevista citada.

<p>Trecho 17</p> <p>Reunião 3 Grupo 1</p>	<p>Théo: a gente pode pegar dois textos então ((incompreensível)) totalmente/ antagônicos/ né(?) beleza/ pegou o bichinho lá/ dois textos de um camarada aqui/ abordando/ pode ser até aquele cara/ sem noção que tem no Jô Soares ((pesquisador que deu entrevista contra o aquecimento global))/ pode ser um texto daquele lá que ele fala</p> <p>Lorraine: Ah/ tá (!)</p> <p>Théo: ((incompreensível)) a natureza/ aquele sem noção lá e o outro que/ a gente pode pegar o texto do Carl Sagan por exemplo que fala do aquecimento global/ aquele livro Cosmos são vários artigos dele e um/ e um dos artigos é/ que ele fala do aquecimento global//</p> <p>Lorraine: eu pensei/ na verdade mais ((incompreensível)) mais que dois//</p> <p>Théo: não/ mas é isso/ aí os dois textos que a gente vai criar ((incompreensível)) que a gente cria/ é/ como se fossem textos centrais/ que vão discutir a questão tanto antropocêntrica tanto de uma questão/ natureza/ só que esses dois textos//</p> <p>Lorraine: mas aí/ isso aí que eu acho ((incompreensível)) se a gente for realmente construir esse texto/ esse/ onde a gente vai reunir as duas visões/ ((incompreensível)) eu acho melhor a gente não tem que entregar inicialmente para os meninos por que a gente vai ((incompreensível))</p>
--	---

No trecho acima, o cientista é tratado como porta-voz habilitado para abordagem de uma questão controversa. Isso remete à “retórica da expertise”, ou utilidade da consultoria, discutida por Brown (2009). Percebemos, novamente, a necessidade dos licenciandos de mostrar os dois lados da controvérsia que eles parecem considerar como genuína, como discutido anteriormente.

No trecho seguinte, extraído de uma reunião com o grupo 2, observamos a referência de Jaciara aos biólogos, em contraposição ao conhecimento do “povão”. Logo depois Márcia citou um artigo científico e Mirna afirmou a necessidade de respaldo científico.¹¹¹

<p>Trecho 18</p> <p>Reunião 1 Grupo 2</p>	<p>Jaciara: pois é mas Biólogos/ eles ainda aceitam que é natural/ eles falam que o homem que está acelerando/ por que ainda tem o conhecimento do povão/ que o povão acha que é só</p> <p>Mirna: que é só culpa do homem/ né (?)</p> <p>Jaciara:... tem uma terceira vertente</p> <p>Márcia: Uma coisa que eu acho interessante também no debate/ é mostrar/ que/ eu li um artigo até que o Ângelo me mandou/ que é</p>
--	--

¹¹¹ É necessário que fique claro que, em nenhum momento temos a intenção de desqualificar os cientistas ou o conhecimento produzido por esses actantes. O que nos interessa é observar como os leigos são ignorados.

	<p>mostrar que a ciência não tem o certo e o errado/ entendeu(?). Que isso é questão de/ de questionamento/ você questionou aquilo ali/ você acha que é assim/ uma teoria/ metade/ uma parte acredita numa teoria outra parte acredita na outra”</p> <p>Mirna: Desde que tenha fundamento/ né (?)</p> <p>Márcia: Uma pessoa não precisa convencer o outro de que está certo. Ele precisa mostrar argumentos</p> <p>Mirna: pois é (!)</p> <p>Márcia: para / para tipo assim/ para falar assim/ isso aqui faz sentido//</p> <p>Mirna: Ham, ham (!)</p> <p>Márcia: entendeu(?)</p> <p>Mirna: e aí ((incompreensível)) baseado exatamente nisso que a Márcia está falando que eu pensei/ no final/ a forma de avaliar/ é o desenvolvimento desses alunos em relação a isso/ eu pensei em pedir uma dissertação/ individual onde/ o título é / sei lá (!)/ o aquecimento/ na sua opinião/ por que eu quero a opinião do aluno(!) na sua opinião o aquecimento global é ((incompreensível)) sofre interferência direta e significativa da ação humana(?) Justifique com base no debate que foi feito/ ele ((incompreensível))/ o aluno/ depois do debate/ ele vai ter a opinião dele. Ah não (!) depois de tudo que eu ouvi eu acho que faz muito mais sentido</p> <p>Mirna e Márcia: [Hei Emília(!)] ((elas cumprimentam uma pessoa que chegou))</p> <p>Mirna: eu acho que faz muito mais sentido/ é o homem está influenciando sim/ mas eu quero/ eu não quero que ele simplesmente fale/ ah/ eu acho que o homem influencia/ eu quero que ele me dê respaldo me justifique com argumento científico, entendeu(?)</p>
--	--

No trecho acima, quando Jaciara fala em “conhecimento do povão” e em “argumento científico” o modelo do déficit é novamente reforçado. Agindo assim, os licenciandos fortalecem a ideia de que apenas os cientistas são capazes de compreender a complexidade das questões tecnocientíficas relativas às controvérsias sócio-técnicas, e que não cabe ao público leigo a participação direta na produção de conhecimento.

A seguir, analisamos como a participação de um leigo é tratada. As licenciandas do grupo 2 planejavam chamar um palestrante para falar sobre o aquecimento global na escola. No trecho seguinte elas descartam a possibilidade de um colega de classe (um leigo) dar uma palestra sobre aquecimento global na escola.

<p>Trecho 19 Reunião 4 Grupo 2</p>	<p>Luzia: Aquele menino que foi dar palestra para gente na aula de evolução/ eu não sei se ele chegou a comentar alguma coisa(?) Mirna: Quem(?) O de biogeografia(?) Luzia: É/ será que ele não sabe falar sobre isso também não(?) A gente pode// Mirna: É o problema é que que eu acho é que/ tipo assim/ ele acabou de formar e ainda está terminando o/ biologia Luzia: Ah(!) Mirna: Ele não terminou não está formado ainda aí eu não sei se ele tem conhecimento e nem sei se interessa porque ele mesmo falou que estava ((incompreensível)) /tipo assim /ele estava dando/ ah/ deu aula de biogeografia porque ele gostava do assunto mas ele não tem especialização não tem formação nenhuma nisso/ entendeu(?)/ Era só porque ele gostava/ aí então não sei se era confiável entendeu(?)/ Luzia: ah(!) mas de qualquer forma eu acho que ele falou bem ((incompreensível)) tipo parece que ele gosta do assunto ele procura// Mirna: Não(!) com certeza/ Flora: É se ele tiver interesse//</p>
---	---

Aqui temos duas falas diferentes: uma que desqualifica o leigo e outra que demonstra que o leigo interessado pode se informar em caso de necessidade.

Na transcrição acima Mirna considera que, pelo fato de não estar formado, o colega, um possível palestrante, poderia não ter conhecimento suficiente para cumprir a tarefa. Ela reforça que ele “*não tem especialização, não tem formação nenhuma*” e que “*era só porque ele gostava*”. Podemos, mais uma vez, notar o reforço do “modelo do déficit” e a desqualificação do leigo, em situação de abordagem de uma controvérsia científica.

Luzia, no entanto, argumenta dizendo que ele “*falou bem*” e que “parece que ele gosta do assunto, ele procura”. Essa última afirmativa nos remete indiretamente ao conceito de “grupos de interesse”, ou grupos de leigos que se envolvem em alguma questão sócio-técnica e acabam por se aprofundar no tema, como discutido em Callon, Lascoumes e Barthe (2009).

Na continuação dessa mesma reunião, percebemos que a escolha desse colega, para dar a palestra, é, finalmente rejeitada. Em seu lugar é sugerido convidar um professor.

<p>Trecho 20</p> <p>Reunião 4 Grupo 2</p>	<p>Mirna: se não tiver nenhuma opção/ eu aceito que seja ele ((referindo-se ao colega da disciplina de política que poderia ser convidado a dar uma palestra)) se/ ele tiver algum conhecimento sobre o assunto o que eu acho que ele não tem/ por que ele é mais focado na parte humana da geografia ele não gosta dessa parte ambiental/ e isso é de verdade não é só para ((incompreensível)) ((Risos))</p> <p>Pesquisadora: Esse é professor também(?) ((incompreensível))</p> <p>Mirna: Não</p> <p>Mirna e Flora: [é aluno]</p> <p>Flora: Só que ele faz aula com a gente/ ele fala muito bem aí a Mirna não gosta dele//</p> <p>Mirna: Não ((incompreensível)) não/ mas é sério/ é porque a aula que ele faz com a gente é política e didática/ mas de didática ele nem participa tanto você pode perceber é mais na de política porque tem a ver é a área que ele gosta/ é a área que ele gosta com certeza ele mexe com geografia agrária</p> <p>[...]</p> <p>Mirna: Só que eu acho que ele não gosta dessa área por que eu já tive biogeografia outras matérias eu já fiz com ele porque eu já fiz matéria da geografia//</p> <p>Luzia: Oh gente, mas entre aluno por aluno não(!) vamos escolher um professor né(!)</p> <p>Mirna: eu também acho(!)</p> <p>Luzia: ((incompreensível)) Falando de credibilidade//</p> <p>Mirna: isso(!)</p> <p>Flora: Ok gente(!)</p> <p>Mirna: Aluno por aluno eu mesma falo ((risos))</p>
--	---

No trecho anterior, Mirna afirma, que o colega “é mais focado na parte humana da geografia ele não gosta dessa parte ambiental”. Ela também insiste que o rapaz não tem conhecimento sobre o assunto. Essas declarações reforçam a separação entre ciência e política (geografia ambiental x geografia humana), entre leigos e cientistas (aluno x professor). Isso nos remete às grandes divisões discutidas em Latour (1994).

Essa divisão entre leigos e cientistas, foi observada, por exemplo, nos resultados de Albe e Gombert (2012), nos quais, durante uma simulação de painel de consenso, os estudantes manifestaram sua deferência em relação aos cientistas em contraposição a uma depreciação do discurso de leigos. Durante essa simulação, o grupo de “peritos”¹¹² que defendia a tese do IPCC foi chamado várias vezes, pelos “cidadãos” para revelar a sua posição. Os especialistas também foram convidados várias vezes pelos cidadãos para fornecer soluções relativas ao aquecimento global e escolhas de energia.

¹¹² Nesse trabalho, os estudantes interpretavam o papel de peritos e cidadãos.

Esse tipo de retórica, utilizada por Mirna ao se referir ao colega, questiona a autoridade da pessoa e ajuda a enfraquecer o seu discurso. Na pesquisa de Albe e Gombert (2012), citada acima, os alunos usaram a expressão “ninguém” ao se referir a um estudante que representava o papel de cidadão na simulação da conferência de cidadãos. Em contrapartida, utilizaram a frase “*Nós, nós somos os cientistas*” e tratavam aqueles que faziam o papel de peritos com o termo “*Senhor*”. As autoras concluíram que essa retórica contribuiu para enfraquecer a autoridade do cidadão e fortalecer a dos peritos. Isso também contribuiu para reforçar a barreira entre especialista e cidadão. O leigo, que supostamente não deveria ser capaz de compreender as questões discutidas, é desqualificado por meio da linguagem com a qual é tratado. Situações semelhantes foram observadas em pesquisas com estudantes que reverenciam os cientistas, raramente os questionam e, em contraposição, tratavam os leigos de forma depreciativa (POULIOT, 2008, 2009 e 2011).

7.2.2. Papel atribuído aos políticos

Durante as reuniões para elaboração das atividades sobre as mudanças climáticas, a participação dos políticos foi discutida superficialmente. Em várias reuniões os licenciandos falam em política de forma genérica, sem citar um político específico ou uma ação política. A exceção ocorre na reunião 1 do grupo 2 quando as licenciandas falam explicitamente sobre o fato de Al Gore ser um político.

No trecho abaixo, extraído de uma reunião do grupo 1, é sugerido o uso do documentário “Uma verdade inconveniente” para a discussão sobre o aquecimento global. No entanto, o fato do documentário abordar questões políticas parece não agradar ao grupo.

<p>Trecho 21 Reunião 4 Grupo 1</p>	<p>Supervisora Fátima: Tem o filme né(?) / verdade inconveniente mostra ali a questão do aquecimento/ catastrófico// Théo: Bem/ mas aí é// Supervisora Fátima: Política(!) Théo: É político Théo: Melhor do que o// Paulo: ((incompreensível)) o filme é base/ o filme é// Supervisora Fátima: Baseado em dados mas é/ está sendo</p>
---	--

	<p>manipulado, né através de ((incompreensível))</p> <p>Supervisora Fátima: manipulado assim é/ quê que ele te leva a pensar(?)</p> <p>Théo: Talvez a gente pegasse um vídeo... vídeo talvez ele//</p> <p>Supervisora Fátima: ((incompreensível)) o vídeo(?)</p> <p>Théo: Não(!) Talvez o vídeo tenha algumas referências talvez</p> <p>Paulo: É isso que eu estava falan/ é isso que eu estou falando/ é exatamente isso(!) como procurar referências no vídeo/ fraga ((incompreensível)) que tenha algum autor alguma coisa/ a partir do vídeo//</p> <p>Luciano: ((incompreensível))</p> <p>Paulo: Que tenha um é/ exatamente(!) exatamente(!) Nesse ponto nesse a gente poderia encontrar referência de alguém/</p> <p>Théo: Tem o Carl Sagan que é o que vai ficar no ((incompreensível)) né(?) eu não trouxe ((incompreensível))</p> <p>Luciano: ((incompreensível))</p> <p>Théo: Eu tenho livro lá até tentei baixar aqui/ mas baixar é difícil quando é direito autoral valendo/ se fosse livro bem mais velho era mais fácil/ mas eu vou trazer o livro segunda-feira que é o texto que a gente precisa mexer nele já dei uma xerocada nele ((incompreensível))</p>
--	---

A sugestão de Théo e de Paulo de buscar referências no vídeo demonstra sua intenção de usá-lo como fonte de “referências científicas” e não abordar as questões políticas discutidas no mesmo. Não é feita uma ligação entre os dois temas, reforçando a questão da purificação, ou separação entre ciência e política, como discutido anteriormente.

No trecho a seguir as licenciandas do grupo 2 também discutem a possibilidade de utilizar o filme “Uma verdade inconveniente” ¹¹³:

<p>Trecho 22</p> <p>Reunião 1 Grupo 2</p>	<p>Mirna: o que a Luzia falou/ uma coisa que eu acho muito legal/ eu não sei se era esse ((incompreensível)) eu não sei se você chegou a falar quais eram os documentários/ você só falou que era um que defendia e outro que criticava/</p> <p>[...]</p> <p>Pesquisadora: Tem um que eu conheço ((incompreensível)) deve ser o uma verdade inconveniente(?) É esse(?)</p> <p>Luzia: acho que é esse</p> <p>Mirna: é</p> <p>[...]</p> <p>Luzia: Eles passaram em Bases ecológicas esse documentário ((incompreensível)) tem um problema desse documentário/ que eu não lembro se ele ((o Al Gore)) estava tentando candidatar e tal então teve uma crítica muito grande em relação ao documentário/ para deixar isso bem claro/ (...)</p>
--	---

¹¹³ O documentário “Uma verdade inconveniente” foi citado em diferentes momentos, mas não foi explorado para fins de elaboração das atividades didáticas.

Ao discutir a possibilidade de utilizar o documentário “uma verdade inconveniente”, Luzia demonstra certa precaução em misturar ciência e política ao dizer que esse filme foi feito por um candidato a um cargo político: “...*eu não lembro se ele estava tentando candidatar...*”. Isso demonstra um receio de que misturar política e ciência seja ruim e também remete à questão da purificação e às grandes divisões discutidas por Callon, Lascoumes e Barthe (2009), que separam especialistas e leigos, políticos profissionais e cidadãos comuns.

Resumimos, na Figura 31, os resultados relacionados à forma como os licenciandos descrevem a participação de leigos, cientistas e políticos na gestão da controvérsia do aquecimento global.

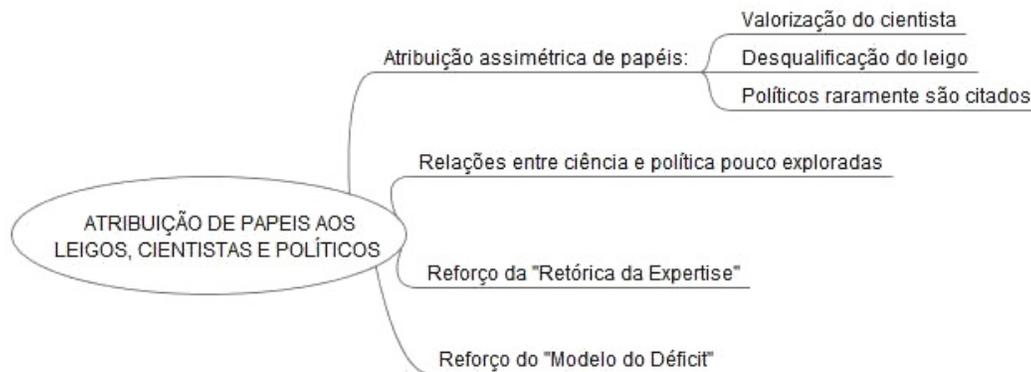


Figura 31: Como os licenciandos descrevem a participação de leigos, cientistas e políticos na gestão da controvérsia do aquecimento global.

A análise dos resultados mostrou que há diferenças em relação à descrição do papel de cientistas e leigos ao longo do processo de elaboração das atividades didáticas.

No decorrer das reuniões os licenciandos recorreram ao conhecimento científico (em artigos, livros, entrevistas, internet, etc.) para subsidiar produção de todas as atividades didáticas. A possibilidade de participação do leigo muitas vezes foi ignorada, ou, até mesmo, desvalorizada.

A atribuição de papéis a leigos e cientistas é, portanto, assimétrica, como discutido em Callon, Lascomes e Barthe (2009): o cientista tem o papel de produzir conhecimento científico legítimo e informar os leigos; o cidadão (leigo) não tem papel importante e é sujeito a um duplo monopólio: não tem

nenhuma participação na produção de conhecimento legítimo ou na representação de seus interesses.

A participação dos políticos é pouco citada durante as reuniões. As relações entre política e a questão do aquecimento global não são aprofundadas pelos licenciandos.

7.2.3. Mundos possíveis 2: simulação de um fórum deliberativo com os estudantes

Nessa última seção apresentaremos uma proposta de atividade promissora para a preparação de estudantes para a participação democrática em controvérsias sócio-técnicas.

No trecho a seguir, as licenciandas do grupo 2 e o supervisor Marcos discutem uma proposta de atividade. Marcos sugere a realização de uma atividade didática na forma de um plebiscito. Sua intenção era simular um fórum deliberativo para discussão de uma controvérsia sócio-técnica - a construção de uma fábrica de hidrocarbonetos em uma comunidade. Nesse fórum, os estudantes fariam o papel da população local e deveriam se posicionar contra ou a favor a construção da fábrica.

<p>Trecho 23 Reunião 3 Grupo 2</p>	<p>Supervisor Marcos: E se a gente abrisse uma caixa de votação/ ao final do// ((referindo à feira de cultura proposta pelas licenciandas)) Jaciara e (?) [Pode]</p> <p>Mirna: Não a gente pensou em outra coisa/ sabe por quê que não porque o que a gente fez/ aliás/ pode sim pelo 1º ano/ mas no 2º ano a gente pensou em fazer o seguinte/ no final disso tudo/ uma atividade que vai que eles devem fazer/ cada um tem de escrever um texto defendendo a posição que acredita independentemente se ele ficou no júri do lado que é a favor ou contra/ ele tem que defender com argumentos</p> <p>[...]</p> <p>Supervisor Marcos: No dia do debate o pessoal ((incompreensível)) podia fazer uma caixa de votação então o pessoal ia lá votava a favor ou contra ((Mirna falando ao mesmo tempo))</p> <p>Mirna: achei legal mesmo pro 1º ano seria bem interessante que aí a gente ia posicionar</p> <p>[...]</p> <p>Supervisor Marcos: ((incompreensível)) eles teriam visto os dois pontos de vista</p> <p>Mirna: Ham ham</p> <p>Supervisor Marcos: e aí/ eles teriam como votar a favor ou con//</p>
---	---

	<p>Mirna: não nesse caso até dá para gente falar olha(:) é incerto mas se vocês tivessem que no/ no/ vamos supor se fosse uma eleição</p> <p>Supervisor Marcos: Se fosse um plebiscito</p> <p>Mirna: não...</p> <p>Supervisor Marcos: é/ ô Mirna/ se fosse isso/ se fosse um plebiscito// ((incompreensível – falam ao mesmo tempo))</p> <p>Mirna: vocês teriam ganhado/ é exatamente/ eu acho que aí pode ser</p> <p>Supervisor Marcos: não a questão de ganhar mas/ a gente poderia apresentar o resultado de plebiscito/ simulado seria esse/ a favor/ a população seria a favor por exemplo da construção de uma fábrica/ de hidrocarbonetos/ né(?) Aí você tem a população mobilizando e posicionando contra ou a favor</p> <p>Mirna: Eu achei bem legal/ realmente!</p> <p>Supervisor Marcos: Não é(?) //</p>
--	---

Essa proposta se assemelha aos juris simulados, cujo objetivo é analisar situações reais, utilizando dados para consulta e defesas realizadas pelos estudantes que assumem papéis pré-determinados¹¹⁴. A realização de um plebiscito simulado poderia estimular a busca de informações, o aprofundamento no assunto e o debate entre os estudantes, além da votação em si.

Ressaltamos a importância da participação do supervisor nessa reunião. Sua proposta, caso fosse realizada, ofereceria uma possibilidade de trabalho interessante para a formação para a cidadania. No entanto, a ideia, apesar de ter despertado o interesse de todos, não foi retomada.

¹¹⁴ ANDRADE, T.G.; SANTIAGO, B.S. **Um debate sobre a Hidrelétrica de Belo Monte**. BRASIL. Ministério da Educação. Portal do Professor. 17ago2012. Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=40713> Acesso em: 26 out. 2015.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados apontam para como a produção de atividades didáticas sobre o aquecimento global envolve não apenas os licenciandos e supervisores, mas, também diversos outros actantes, espaços e tempos. Os licenciandos mobilizaram diferentes actantes em torno da controvérsia sobre o aquecimento global, actantes relacionados à sua formação, diversas fontes de pesquisa, variadas possibilidades de atividade didática, outros professores da escola e suas respectivas disciplinas, avaliações escolares, o ENEM, etc.

Em ambos os grupos alguns actantes como o espaço da escola (local para reunião, infraestrutura, etc.), o tempo disponível para reuniões e para aplicação das atividades e a grade curricular interferiram nos resultados do trabalho. De todos os actantes não-humanos, a internet pode ser considerada um “ponto de passagem obrigatório” por ser a principal fonte de pesquisa utilizados pelos dois grupos já que o acesso a outros materiais de pesquisa era limitado.

Dentre os actantes humanos, podemos destacar a supervisora do grupo 1, cuja participação nas reuniões, a orientação e o apoio permitiram a esse grupo de licenciandos um melhor resultado na atividade proposta. A supervisora Fátima pode ser considerada um “ponto de passagem obrigatório”. Por outro lado, a ação do supervisor do grupo 2 levou à desmobilização das licenciandas. Além disso, apesar das boas ideias e de seu empenho, elas não conseguiram realizar as translações necessárias para convencer os demais professores da escola em favor de suas propostas iniciais. Foi necessária, então, uma reformulação de seus objetivos.

Em relação à abordagem da controvérsia, nossos dados mostram que os licenciandos, demonstram uma percepção da importância da discussão do aquecimento global para a formação do cidadão e construção de mundos possíveis. Identificam parcialmente as características de uma controvérsia científica e as relações ciência e política envolvidas na questão, tais como o financiamento de pesquisa e a manipulação de dados. No entanto, não aprofundam essas discussões ou as priorizaram nas atividades propostas.

Chamou nossa atenção o fato de que os licenciandos trataram a questão do aquecimento global como uma controvérsia genuína. Isso foi demonstrado nas propostas de atividades nas quais os dois grupos buscam apresentar os dois lados da disputa por meio do uso de textos e vídeos com diferentes visões do tema, júri simulado, debate. Diversas vezes notamos essa preocupação em tomar partido ou escolher um dos lados. Percebemos uma maior ênfase na busca de dados científicos, artigos com diferentes opiniões de cientistas. Um dos poucos materiais de consulta que aborda as questões políticas envolvidas no aquecimento global, o filme “Uma verdade inconveniente” foi pouco explorado durante as discussões dos dois grupos e não foi utilizado na versão final das atividades. Nos dois grupos o filme foi tratado como “político”. Percebemos, nessa situação, o processo de purificação, a separação entre ciência e política.

A análise dos resultados também mostrou que há diferenças em relação à descrição do papel de cientistas e leigos ao longo do processo de elaboração das atividades didáticas. No decorrer das reuniões os licenciandos recorreram ao conhecimento científico (em artigos, livros, entrevistas, internet, etc.) para subsidiar a produção de todas as atividades didáticas, o que era esperado. No entanto, a possibilidade de participação do leigo muitas vezes foi ignorada, ou, até mesmo, desvalorizada. O papel dos políticos (e da política) não foi enfatizado. Em algumas atividades (textos da Unidade Temática e Estudos Dirigidos) questões políticas são citadas, mas isso não foi explorado nas atividades propostas, nem houve aprofundamento e, dessa forma, não ficou claro se eles pretendiam ou não abordar essa questão. Portanto, evidencia-se uma assimetria na atribuição de papéis a leigos e cientistas, como discutido em Callon, Lascomes e Barthe (2009), segundo os quais no modelo de democracia delegativa: 1) cabe aos cientistas o papel de produção de conhecimento científico legítimo e de informar os leigos; 2) o leigo não tem papel importante e é sujeito a um duplo monopólio: não participa na produção de conhecimento legítimo ou na representação de seus interesses, recebe informações e orientação de cientistas e políticos; 3) aos políticos cabe o papel de representar os interesses dos cidadãos e fornecer orientação para os seus

comportamentos. Esse processo de purificação discutido por Callon e colaboradores também foi observado em nossa pesquisa.

Assim reforçamos a necessidade de aprofundar, nos cursos de formação de professores das diferentes áreas das ciências, as discussões sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade considerando os processos de co-produção, como discutido no referencial teórico.

Em alguns vislumbres dos mundos possíveis, licenciandos e supervisores fizeram propostas com potencial de maior aprofundamento na controvérsia, tais como, envolver o aluno na busca de soluções para o aquecimento global e a simulação de um fórum deliberativo com os estudantes. No entanto, tais propostas não foram implementadas. Além da falta de tempo e das limitações impostas pela grade curricular que devem ser consideradas, podemos supor que a falta de experiência com tais questões possa ter sido um fator significativo.

Reforçamos a importância do ensino de controvérsias por todos os motivos discutidos no capítulo 1, tais como: a possibilidade de sua utilização para o desenvolvimento de competências argumentativas entre os alunos, seu potencial para uma formação para a cidadania, para abordar questões epistemológicas, questões relacionadas à natureza das ciências, questões éticas e morais e, principalmente as relações entre ciência e sociedade. Por isso, concluímos que o uso explícito de controvérsias científicas, durante a formação dos licenciandos, pode ser uma forma de capacitá-los para abordar tais temas em sala de aula, além da construção de uma visão mais política das tomadas de decisão. Consideramos a cartografia de controvérsias (LATOUR, 2015, VENTURINI, 2010) uma ferramenta inovadora para abordar as controvérsias, no ensino de ciências.

Constatamos que os licenciandos estão envolvidos em redes que vão além de aprender como ensinar ciências: o espaço da escola com sua materialidade, o tempo disponível, o currículo e suas amarras, questões políticas muitas vezes subestimadas, os aportes trazidos do curso de formação, dentre outros devem ser considerados.

Esse trabalho é apenas um retrato das situações envolvidas na produção e aplicação de atividades didáticas sobre temas controversos. Acreditamos que os resultados podem inspirar novas pesquisas no âmbito do PIBID e outros espaços de formação de professores de ciências naturais.

Tais pesquisas poderiam avaliar a importância de considerar actantes humanos e não-humanos em futuros estudos sobre a formação de professores; a necessidade do tempo suficiente para a realização de atividades extracurriculares; a importância do espaço (infraestrutura e materialidade) das escolas onde o PIBID será implantado: local apropriado para reuniões, equipamentos como computadores, biblioteca, etc. e a necessidade de maior flexibilidade da grade curricular para permitir a inclusão de propostas diferenciadas; necessidade de maior integração dos licenciandos com os demais professores das escolas, etc. A Teoria Ator-Rede tem se mostrado uma valiosa ferramenta para mapear outras situações complexas (ALLAIN, 2015, FARIA, 2014) e acreditamos em seu potencial para pesquisas no campo da educação em ciências.

Por fim, é necessário assinalar a importância do PIBID. Esse programa permite aos licenciandos uma imersão em uma série de questões que passariam despercebidas em outras situações menos privilegiadas. No momento em que assistimos à redução dos investimentos no PIBID, essa pesquisa mostra o potencial desse programa como espaço de formação singular.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, D. S. (2002) **Determinismo tecnológico versus determinismo social: Aportes metodológicos y teóricos de la filosofía, la historia, la economía y la sociología de la tecnología**. Trabajo final de grado. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Disponível em: <http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/tesis/te.619/te.619.pdf> , Acesso em: 26/12/2015,

AIKENHEAD, G. S. **Science Education for Everyday Life: Evidence-based Practice**. Teacher College. Columbia University. New York. 2006. 186p.

AIKENHEAD, G. S. STS education: A rose by any other name. In: R. CROSS (Ed.), **A vision for science education: Responding to the work of Peter J. Fensham**. New York: Routledge Press. p. 59 – 75. 2003. Disponível em: <http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/stsed.pdf>. Acesso em: 08/12/2012.

ALBE, V. Changements climatiques à l'école: Pour une éducation sociopolitique aux sciences et à l'environnement. **Éducation relative à l'environnement**, v.9, 2010-2011.

ALBE, V. **Enseigner des controverses**. Rennes. Presses Universitaires de Rennes. 2009. 223p.

ALBE, V. Procédés discursifs et rôles sociaux d'élèves en groupes de discussion sur une controverse socio-scientifique. **Revue française de pédagogie**, n. 157, p.103-118, octobre-décembre, 2006.

ALBE, V. Students' positions and considerations of scientific evidence about a controversial socioscientific issue. **Science & Education**. v. 17, n. 8-9, p. 805-827, 2008.

ALBE, V. Un jeu de rôle sur une controverse socio-scientifique actuelle: Une stratégie pour favoriser la problématisation? **Aster**, v.40, p.67-94. 2005. Disponível em <http://ife.ens-lyon.fr/publications/edition-electronique/aster/RA040-04.pdf> Acesso em: 06/01/2013.

ALBE, V. When scientific knowledge, daily life experience, epistemological and social considerations intersect: Students' argumentation in group discussions on a socio-scientific issue. **Research in Science Education**, v.38, p.67-90. 2008.

ALBE, V.; GOMBERT, M.J. Students' communication, argumentation and knowledge in a citizens' conference on global warming. **Cultural Studies of Science Education**. v.7, p. 659–681. 2012. DOI 10.1007/s11422-012-9407-1

ALLAIN, L.R. **Mapeando a identidade profissional de licenciandos em Ciências Biológicas: um estudo Ator-Rede a partir do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência**. Tese (Doutorado em Educação: Conhecimento e Inclusão Social). Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação. 2015. 216p.

ALONSO, A.V.; MACIEL, M.D.; CHRISPINO, A. e MAS, M.A.M. A compreensão dos temas de ciência, tecnologia e sociedade no Brasil: análise comparativa com outros países do PEARCTS. In: SANTOS, W.L.P.; AULER, D. (Orgs.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília. Editora Universidade de Brasília, 2011. 461p. (p.211-240).

ANGROSINO, Michael. **Etnografia e observação participante**. Porto Alegre. Artmed. 2009. 138p.

AULER, D. Enfoque ciência-tecnologia-sociedade: Pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência e Ensino**, v. 1, número especial, nov/ 2007.

AULER, D. Novos caminhos para a educação CTS: ampliando a participação. In: SANTOS, W.L.P.; AULER, D. (Orgs.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília. Editora Universidade de Brasília, 2011. 461p. (p. 73-97)

BADER, B.; THERRIAULT, G. Pertinence de la prise en compte des dimensions sociales des sciences pour renouveler la conception des sciences au primaire: illustration de la position d'une future enseignante. **Revue des sciences de l'éducation**, v. 34, n.1, p.163-184, 2008.

BASTIAN, M.; HEYMANN, S.; JACOMY, M. Gephi: An Open Source Software for Exploring and Manipulating Networks. **Association for the Advancement of Artificial Intelligence**, 2009. Disponível em: <gephi.org/publications/gephi-bastian-feb09.pdf>. Acesso em: 04 ago 2015.

BAUER, M.W. Controversial medical and agri-food biotechnology: a cultivation analysis. **Public Understanding of Science**, v.11, p. 93–111, 2002.

BELL, R. L., e LEDERMAN, N. G. Understandings of the nature of science and decision making on science and technology based issues. **Science Education**, v.87, n.3, p. 352– 377. 2003.

BENCZE, J., CARTER, L., KRSTOVIC, M.. Science & Technology Education for Personal, Social & Environmental Wellbeing: Challenging Capitalists' Consumerist Strategies. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, América do Norte, 14, nov. 2014. Disponível em: <http://revistas.if.usp.br/rbpec/article/view/888/372>. Acesso em: 03 Nov. 2015.

BERNARDO, J.R.R.; VIANNA, D.M. e SILVA, V.H.D. A construção de propostas de ensino em Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) para abordagem de temas sociocientíficos. In: SANTOS, W.L.P.; AULER, D. (Orgs.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília. Editora Universidade de Brasília, 2011. 461p. (p.373-394).

BINGLE, W. H.; GASKELL, P. J. Scientific literacy for decision making and the social construction of scientific knowledge. **Science Education**, v.78, n.2, p.185- 201,1994.

BLOK, A.; JENSEN, T. E. **Bruno Latour: hybrid thoughts in a hybrid world**. New York: Routledge, 2011.

BLONDEL, V. D.; GUILLAUME, J-L.; LAMBIOTTE, R.; LEFEBVRE, E. Fast unfolding of communities in large networks. **Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment**, nº. 10, 2008.

BRASIL. Ministério da Educação. CAPES. Educação Básica. PIBID - Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência. Disponível em: <http://www.capes.gov.br/educacao-basica/capespibid> , Acesso em: 26 jan. 2015.

BROWN, M. B. **Science in democracy: expertise, institutions, and representation**. Cambridge.The MIT Press. 2009. 354p.

CACHAPUZ, A. F. Do estado da arte da pesquisa em educação em ciências: linhas de pesquisa e o caso “Ciência-Tecnologia-Sociedade”. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.1, n.1, p. 27-49, 2008.

CACHAPUZ, A. F. Tecnociência, poder e democracia. In: SANTOS, W.L.P.; AULER, D. (Orgs.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília. Editora Universidade de Brasília, 2011. 461p. (p. 49-72)

CALLON, M. Entrevista com Michel Callon: dos estudos de laboratório aos estudos de coletivos heterogêneos, passando pelos gerenciamentos econômicos. **Sociologias**, Porto Alegre, n. 19, Jun. 2008. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-45222008000100013> Acesso em 18/12/2012.

CALLON, M. The Role of lay People in the Production and Dissemination of Scientific Knowledge, **Science, Technology and Society**, v. 4, n. 1, p.81-94. 1999

CALLON, M., e RABEHARISOA, V. The growing engagement of emergent concerned groups in political and economic life: Lessons from the French association of neuromuscular disease patients. **Science, Technology and Human Values**, v.33, p.230-261. 2008.

CALLON, M., LASCOURMES, P., e BARTHE, Y. **Acting in an uncertain world - An essay on technical democracy**. Cambridge. The MIT Press. 2009. 287p.

CAPELO, A. e PEDROSA, M. A. Formação inicial de professores de ciências, problemas atuais e percursos investigativos. In: SANTOS, W.L.P.; AULER, D. (Orgs.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília. Editora Universidade de Brasília, 2011. 461p. (p. 439-461)

CASSAB, M. A democracia como balizadora do Ensino das Ciências na Escola: como discutir esse desafio? **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.8,n.2, p. 1-17, 2008.

COSTA, R.N. **Curta o circuito da tela verde: proliferando os híbridos na rede da educação ambiental do audiovisual nacional**. Anais do VI Simpósio Nacional de Ciência, Tecnologia e Sociedade. VI ESOCITE.BR / TECSOC -. Rio de Janeiro. 2015a. Disponível em: http://www.necso.ufri.br/vi_esocite_br-tecsoc/ Acesso em: 03/01/2016.

COSTA, R. P. N. **Teoria ator rede e cotidiano escolar: refletindo sobre o papel dos objetos na escola**. Anais do VI Simpósio Nacional de Ciência, Tecnologia e Sociedade. VI ESOCITE.BR / TECSOC -. Rio de Janeiro. 2015b. Disponível em: http://www.necso.ufri.br/vi_esocite_br-tecsoc/ Acesso em: 03/01/2016.

COUTINHO, F.A.; MUNFORD, D.; ALLAIN, L.; CAMARGOS, T.C.C. A materialidade na formação de professores. Alguns apontamentos a partir da experiência da área de Ciências no Programa Escola Integrada UFMG. In: GUIMARÃES, M.B.; MAIA, C.L.; PASSADES, D.B.M. S. **Educação integral, contribuições da extensão da UFMG**. Belo Horizonte, Editora UFMG. 2015. 379p.

COUTINHO, F.A.; MATOS, S.A.; SILVA, F.A.R. Aporias dentro do movimento ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Apontamentos para uma solução. **Revista da Associação Brasileira de Ensino de Biologia**, n.7. Out. 2014.

DAGNINO, R.; SILVA, R.B. e PADOVANI, N. Por que a educação em ciência, tecnologia e sociedade vem andando devagar? In: SANTOS, W.L.P.; AULER, D. (Orgs.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília. Editora Universidade de Brasília, 2011. 461p. (p. 99-134).

DAROIT, D. **A controvérsia da soja transgênica no Rio Grande do Sul no período de 1998 a 2003**. Tese (Doutorado em Administração). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Administração. Porto Alegre. 2007. 184p.

DELAMONT, Sara. For lust of knowing – observation in educational ethnography. In: WALFORD, Geoffrey (Ed.). **How to do Educational Ethnography**. London. The Tufnell Press. 2008, p. 39 – 56.

DONNELLY, J. Humanizing Science education. **Science Education**. v. 8, n.5, p.762-784, 2004.

DUSO, L. e BORGES, R.M.R. Projetos integrados em sala de aula: resignificação do processo de aprendizagem por meio de uma abordagem CTS. In: SANTOS, W.L.P.; AULER, D. (Orgs.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília. Editora Universidade de Brasília, 2011. 461p. (p.395-416).

FARIA, E. S. **Cartografia de controvérsias: conexões entre o conhecimento científico e a disputa sobre a instalação do projeto Apolo na Serra do Gandarela**. Dissertação (Mestrado em Educação: Conhecimento e Inclusão Social). Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação. 2014. 191p.

FENWICK, Tara; Richard EDWARDS. **Actor-Network Theory in Education**. London: Routledge. 2010. 187p.

FERREIRA, A. B. H. **Dicionário Aurélio básico da língua portuguesa**. Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro. 1988.

FERREIRA, Vítor; MACHADO, Paulo. "O Programa Informático NUD-IST — Análise qualitativa de informação escrita". **Actas do 2.º Congresso Ibero-Americano de Informática na Educação**. Fundação Calouste Gulbenkian: Lisboa, 1994. Disponível em: http://www.ufrgs.br/niee/eventos/RIBIE/1994/II_310_314.htm Acesso em: 01/05/2013.

FIRME, R.N. e TEIXEIRA, F.M. O discurso argumentativo de uma professora de Química na vivência de uma abordagem CTS em sua sala de aula. In: SANTOS, W.L.P.; AULER, D. (Orgs.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília. Editora Universidade de Brasília, 2011. 461p. (p.293-322).

FREIRE, L. L. Seguindo Bruno Latour: notas para uma antropologia simétrica. **Comum** - Rio de Janeiro - v.11, n. 26, p. 46 a 65. jan/jun de 2006.

GREEN, J.; BLOOME, D. "Ethnography and ethnographers of and in education: a situated perspective". In: FLOOD, J.; HEATH, S. B.; LAPP, D. (Ed.), **Handbook for Literacy Educators: research in the community and visual arts**. New York: Macmillan, 1998. p.181-202.

GUIVANT, J. S. Riscos alimentares: novos desafios para a sociologia ambiental e a teoria social. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**. n.5. p.89-99. jan./jun. 2002. Editora UFPR.

GUIVANT, J. S. Transgênicos e percepção pública da ciência no Brasil. **Ambiente & Sociedade**. v.9, n.1 ,p.81-103. Campinas Jan./Jun. 2006.

HARMAN, G. **Prince of networks**. Bruno Latour and metaphysics. Melbourne: Re.Press, 2009. 247p.

HOGAN, K. Small groups' ecological reasoning while making an environmental management decision. **Journal of Research in Science Teaching**. v. 3, n.4, p. 341-368. 2002.

JACOMY, M.; HEYMANN, S.; VENTURINI, T.; BASTIAN, M. ForceAtlas2: A Continuous Graph Layout Algorithm for Handy Network Visualization. **Draft** 2012. Disponível em: <medialab.sciences-po.fr/publications/Jacomy_Heymann_Venturini-ForceAtlas2.pdf>. Acesso em: 04 ago 2015.

JAPIASSÚ, H.; MARCONDES, D. **Dicionário básico de filosofia**. 3ª ed. Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editor. 2001.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; BUGALLO RODRÍGUEZ, A.; DUSCHL, R. A. "Doing the Lesson" or "Doing Science": Argument in High School Genetics. **Science Education**. V. 84, n.6, p.757-792, 2000.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M; PEREIRO-MUÑOZ, C., Knowledge producers or knowledge consumers? Argumentation and decision making about environmental management. **Internation Journal of Science Education**, v. 24, p. 1171-1190, 2002.

KOLSTØ, S. D. Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. **Science Education**, v.85, p.291 – 310, 2001.

KOLSTØ, S. D., Consensus projects: Teaching science for citizenship. **Internation Journal of Science Education**, v. 22, p. 645-664, 2000.

LACERDA, F.K.D. **Contribuições da Educação a Distância para a Educação Ambiental: utilização da rede sociotécnica na análise das concepções de meio ambiente e saúde no Polo de Nova Friburgo**. 2012. 292 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente) – PPGMA, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

LATOUR, B. **The Pasteurization of France**. Cambridge. Harvard University Press. 1988. 273p.

LATOUR, B. **Jamais fomos modernos** - Ensaio de antropologia simétrica. Rio de Janeiro. Editora 34. 1994, 149p.

LATOUR, B. **Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora**. São Paulo. UNESP, 2000. 438p.

LATOUR, B. **A esperança de Pandora**: ensaios sobre a realidade dos estudos científicos. São Paulo. EDUSC. 2001. 372 p.

LATOUR, B. Como falar do corpo? A dimensão normativa dos estudos sobre a ciência. In: NUNES, J. A.; ROQUE, R. (Org.). **Objetos impuros: experiências em estudos sociais da ciência**. Porto: Afrontamento, 2007. p. 40-61.

LATOUR, B. **Reensamblar lo social: una introducción a la teoría del actor-red**. Buenos Aires: Editorial Manantial. 2008. 390p.

LATOUR, B. Pour un dialogue entre science politique et science studies. **Revue française de science politique**, v.4, p.657-678, 2008b.

LATOUR, B. **Waiting for Gaia. Composing the common world through arts and Politics**. A lecture at the French Institute, London, 2011.

LATOUR, B. Scientific Humanities Course. **France Université Numerique**. Sciences Po. Massive Open Online Course (MOOC), jan-mar. 2015.

LATOUR, B.; S. WOOLGAR. **A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos**. Rio de Janeiro. Relume Dumará. 1997. 310p.

LEWIS, J. e LEACH, J. Discussion Of Socio-scientific Issues: The role of Science knowledge, **International Journal of Science Education**, v. 28, p. 1267-1287, 2006.

MARTINI, B.; RIBEIRO, C. G. Antropoceno. A época da humanidade? **Ciência Hoje**, v.48, n.283, p.38-43, 2011.

MARTINS, I.P.; PAIXÃO, M.F. Perspectivas atuais Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino e na investigação em educação em ciência. In: SANTOS, W.L.P.; AULER, D. (Orgs.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília. Editora Universidade de Brasília, 2011. 461p. (p. 135-160)

NESPOR, Jan. **Knowledge in Motion: Space, Time, and Curriculum in Undergraduate Physics and Management**. London. Routledge Falmer. 1994. 166p.

OLIVEIRA, M.A. O laboratório didático de química: uma micronarrativa etnográfica pela ótica do conceito de articulação. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 1, p. 101-114, 2008

PAPADOPOULOS, Dimitris. Alter-ontologies: Towards a constituent politics in technoscience. **Social Studies of Science**, v.41, n.2, p.177-201, 2011.

PEDRETTI, E.; J. NAZIR. Currents in STSE Education: Mapping a Complex Field, 40 Years On. **Science Education**, v.95, p.601-626, 2011.

PIBID – FAE – UFMG. Programa de Iniciação à Docência. Disponível em: <http://www.fae.ufmg.br/pibid/> Acesso em: 26 jan. 2015.

PORRO, S. e ARANGO, C. A importância da perspectiva do gênero no ensino das ciências na América Latina. In: SANTOS, W.L.P.; AULER, D. (Orgs.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília. Editora Universidade de Brasília, 2011. 461p. (p.241-266).

POULIOT, C. Post-Secondary Students' Relationship to People They Consider to Be Scientific Experts. **Research in Science Education**. v.41, p.225–243, 2011. DOI 10.1007/s11165-009-9162-9.

POULIOT, C. Quand la recherche en éducation aux sciences se propose d'examiner le point de vue d'étudiants sur les rôles et capacités des acteurs sociaux concernés par les controverses sociotechniques. **Revue des sciences de l'éducation de McGill**. v. 44, n. 3, p. 435-450. 2009.

POULIOT, C. Students' inventory of social actors concerned by the controversy surrounding cellular telephones: a case study. **Science Education**. v, 92, p. 543 – 559. 2008.

PRAIA, J.; D. GIL PÉREZ e A. VILCHES. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciência e Educação**, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.

REZZADORI, C. B. D. B.; OLIVEIRA, M.A. A rede sociotécnica de um laboratório de química do ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.6, n.3, p. 16-37, 2011.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 5ª ed. Guanabara Koogan. Rio de Janeiro. 2003. 503p.

RICHARD, Vincent, Barbara BADER. Re-presenting the Social Construction of Science in Light of the Propositions of Bruno Latour: For a Renewal of the School Conception of Science in Secondary Schools. **Science Education**. v. 94, n.4, p. 743-759. 2009.

ROELVINK, G. Collective Action and the Politics of Affect. **Emotion, Space and Society**, v.3, p.111–118. 2010.

ROMERO, A. P.; GITAHY, L. M. C. **O aporte da teoria de ator-rede para o estudo dos movimentos sociais em conflitos socioambientais**. Anais do VI Simpósio Nacional de Ciência, Tecnologia e Sociedade. VI ESOCITE.BR / TECSOC - Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: http://www.necso.ufrj.br/vi_esocite_br-tecsoc/ Acesso em: 03/01/2016.

ROSENBERG, A. A., M. HALPERN, S. SHULMAN, C. WEXLER, P. PHARTIYAL. Reinvigorating the Role of Science in Democracy. **PLOS Biology**, v.11, n.5, 2013.

ROTH, W.M.; MCGINN, M. K. Knowing, Researching, and Reporting Science Education: Lessons from Science and Technology Studies, **Journal of Research in Science Teaching**. v. 35, n. 2, p. 213–235, 1998.

SADLER, T. D., CHAMBERS, F. W., e Zeidler, D. L. Student conceptualizations of the nature of science in response to a socioscientific issue. **International Journal of Science Education**, 26, 387- 409, 2004.

SADLER, T. D., e ZEIDLER, D. L. The morality of socioscientific issues construal and resolution of genetic engineering dilemmas. **Science Education**, v.88, n.1, p. 4- 27. 2004. DOI 10.1002/sce.10101

SALLES, V.O, HAILE, A.C; MATOS, E. A. S. A.; S. W. CARVALHO. **A Teoria Ator-rede na redefinição dos papéis indivíduo e sociedade na Educação Ambiental**. Anais do VI Simpósio Nacional de Ciência, Tecnologia e Sociedade. VI ESOCITE.BR / TECSOC -. Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: http://www.necso.ufrj.br/vi_esocite_br-tecsoc/ Acesso em: 03/01/2016.

SANTOS, W.L.P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**. Rio de Janeiro, v. 12, n. 36, Dec. 2007.

SANTOS, W.L.P. Significados da educação científica com enfoque CTS. In: SANTOS, W.L.P.; AULER, D. (Orgs.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília. Editora Universidade de Brasília, 2011. 461p. (p.21-47).

SANTOS, W.L.P.; AULER, D. Apresentação In: SANTOS, W.L.P.; AULER, D. (Orgs.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília. Editora Universidade de Brasília, 2011. 461p. (p. 11-20).

SANTOS, W.L.P.; MORTIMER E.F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia– Sociedade) no contexto da educação brasileira. **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 2, n. 2, p. 1 - 23 , dez. 2002.

SERRES, M. **O contrato natural**. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1991. 142p.

SERRES, M.. **Diálogos sobre a ciência, a cultura e o tempo - conversas com Bruno Latour**. Lisboa, Instituto Piaget. 1996. 275p.

SIERRA, D.F.M.; LOPES, N.C.; CARVALHO,W.L.P. e PÉREZ, L.F.M. A abordagem de uma questão sociocientífica na educação de adultos. In: SANTOS, W.L.P.; AULER, D. (Orgs.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília. Editora Universidade de Brasília, 2011. 461p. (p.347-372).

SILVA, F.A. **O ensino de ciências por investigação na educação superior: um ambiente para o estudo da aprendizagem científica**. Tese (Doutorado em Educação: Conhecimento e Inclusão Social). Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2011. 327p.

SILVA, O.B.; OLIVEIRA, J.R.S. e QUEIROZ, S.L. Abordagem CTS no ensino médio: estudo de caso com enfoque sociocientífico. In: SANTOS, W.L.P.; AULER, D. (Orgs.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília. Editora Universidade de Brasília, 2011. 461p. (p.323-346).

SILVA, R.O. Origens do science studies: política e interdisciplinaridade na constituição do movimento. **Conhecimento & Diversidade**, n.3, p.10–18 jan./jun. 2010.

SISMONDO, S. **An introduction to science and technology studies**. 2nd ed. Oxford, Wiley-Blackwell. 2010, 244p.

SOLOMON, J. **Teaching Science, technology and society**. Developing science and technology education. Buckingham, Open University Press. 1993. 82p.

STRIEDER, R.B. **Abordagem CTS na Educação Científica no Brasil: Sentidos e Perspectivas**. Tese de Doutorado – Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2012.

TEIXEIRA, A. N.; BECKER, F.. Novas possibilidades da pesquisa qualitativa via sistemas CAQDAS. **Sociologias** [online]. 2001, n.5, pp. 94-113.

TERNEIRO VIEIRA, C. e VIEIRA, R.M. Educação em ciências e em matemática numa perspectiva de literacia: desenvolvimento de materiais didáticos com orientação CTS/pensamento crítico (PC). In: SANTOS, W.L.P.; AULER, D. (Orgs.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília. Editora Universidade de Brasília, 2011. 461p. (p.417-438).

VENTURINI, T. Diving in magma: how to explore controversies with actor-network theory. **Public Understanding of Science**, v. 19, n. 3, p 258-273, 2010.

VIEIRA, D.C. **Educação ambiental na estruturação de mundos possíveis: o caso do núcleo Córrego João Gomes Cardoso-MG**. Dissertação (mestrado em Educação: Conhecimento e Inclusão Social). Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação. 2014. 240p.

VILCHES, A.; GIL PÉREZ, D. e PRAIA, J. De CTS a CTSA: educação por um futuro sustentável. In: SANTOS, W.L.P.; AULER, D. (Orgs.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília. Editora Universidade de Brasília, 2011. 461p. (p.161-184).

WIHBEY, J. **Shifting public opinion on climate change: Factors influencing concern in the U.S**. February 10, 2012. Disponível em: <http://journalistsresource.org/studies/environment/climate-change/shifting-public-opinion-empirical-assessment-influencing-concern-u-s/#sthash.FRIUXvAA.dpuf>. Acesso em: 16/02/2015.

ZANON, D.A.V. , ALMEIDA, M.J.P.M., QUEIROZ, S.L. Contribuições da leitura de um texto de Bruno Latour e Steve Woolgar para a formação de estudantes em um curso superior de Química. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. V. 6, n. 1, p.56-69, 2007.

ZEIDLER, D. L., SADLER, T. D., SIMMONS, M. L., e HOWES, E. V. Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. **Science Education**, v.89, n.3, p.357–377, 2005.

ZEIDLER, D. L., WALKER, K. A., ACKETT, W. A., e SIMMONS, M. L. Tangled up in views: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. **Science Education**, v.86, n.3, p. 343– 367, 2002.

ZIMAN, J. **Teaching and learning about science and society**. Cambridge: Cambridge University Press. 1980.

ZOHAR, A.; NEMET, F. Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. **Journal of Research in Science Teaching**. v. 39, n. 1, p.35-62, 2002.

ANEXO 1: Termo de consentimento livre e esclarecido para pesquisa na área de educação destinado ao professor(a) em formação inicial da educação básica

Título do Projeto: “O impacto da construção de grupos colaborativos, para trabalhar com controvérsias sócio-técnicas, na formação inicial de professores de biologia do PIBID”.

Pesquisador responsável: Prof. Dr. Francisco Ângelo Coutinho
e-mail: fac01@terra.com.br fones: 34096175

1. Esta seção fornece informações acerca do estudo em que a escola sob sua direção estará envolvida:

A. Você está sendo convidado a participar em uma pesquisa que visa investigar analisar o impacto da construção de grupos colaborativos para trabalhar com controvérsias sócio-técnicas na formação de professores de biologia do PIBID - Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência. Para este estudo serão analisadas as reuniões do PIBID (na qual você participa como estagiário).

Os resultados deste estudo poderão contribuir para a formação de professores e para o desenvolvimento de metodologia apropriada para a abordagem de temas ligados à abordagem CTS, em especial, aqueles relacionados às controvérsias sócio-técnicas.

B. Informações sobre as questões éticas da pesquisa podem ser obtidas no Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da Universidade Federal de Minas Gerais pelo telefone (31) 3409 4592 ou pelo endereço: Avenida Antônio Carlos, 6627 – Unidade Administrativa II – 2º andar, sala 2005 – Campus Pampulha, Belo Horizonte, MG – CEP: 31270 901.

C. Se você concordar em participar deste estudo, a pesquisadora irá coletar dados nos dois contextos em que você atua, ou seja, na Universidade e na escola da Educação Básica. O pesquisador irá acompanhar as reuniões do PIBID, registrar em áudio/vídeo essas reuniões e guardar cópias de algumas atividades desenvolvidas, que serão examinadas no futuro. O seu nome será retirado de todos os trabalhos e substituído por um pseudônimo (nível I de participação na pesquisa).

D. Além disso, três outros níveis de participação são possíveis. O nível II que envolve a aplicação de um questionário sobre Controvérsias Sócio-técnicas. O nível III de participação envolve a participação em um Grupo Focal sobre o ensino de temas controversos. O nível IV de participação se refere à realização de entrevistas. As entrevistas serão conduzidas por um aluno da pós-graduação e serão agendadas de acordo com a sua conveniência. O tempo estimado de duração das entrevistas é de 40 minutos.

E. Caso você participe desse estudo, não será necessário realizar nenhuma atividade além daquelas que já fazem parte de sua rotina habitual de trabalho, a menos que você se disponha a participar das entrevistas.

F. O seu nome será retirado de todos os trabalhos e transcrições e substituídos por pseudônimos.

2. Esta seção descreve os direitos dos participantes desta pesquisa:

A. Você pode fazer perguntas sobre a pesquisa a qualquer momento e tais questões serão respondidas.

B. A sua participação é confidencial. Apenas o pesquisador responsável terá acesso à sua identidade. No caso de haver publicações ou apresentações relacionadas à pesquisa, nenhuma informação que permita a sua identificação será revelada.

C. Sua participação é voluntária. Você é livre para deixar de participar na pesquisa a qualquer momento, bem como para se recusar a responder qualquer questão específica sem qualquer punição.

D. Este estudo envolverá gravação de áudio e vídeo. Apenas os pesquisadores terão acesso a estes registros. Todos os registros, sem exceção, serão destruídos após o período de 5 anos.

E. Este estudo não envolve nenhum risco para a sua saúde mental ou física além daqueles que encontra normalmente em seu dia-a-dia.

3. Esta seção indica que você está dando seu consentimento para realizar a pesquisa em sua escola:

Participante:

O pesquisador Prof. Dr. Francisco Ângelo Coutinho, solicita minha participação neste estudo intitulado “O impacto da construção de grupos colaborativos, para trabalhar com controvérsias sócio-técnicas, na formação inicial de professores de biologia do PIBID”

Eu concordo em participar desta investigação nos níveis indicados a seguir:

CONTEXTO 1: reuniões do PIBID, onde sou bolsista

_____ Nível I (observação e gravação em áudio das reuniões do PIBID e utilização de material escrito produzido nestas reuniões)

_____ Nível II (questionário)

_____ Nível III (participação em um Grupo Focal)

_____ Nível IV (participação em entrevistas)

CONTEXTO 2: escola de educação básica onde atuo como professor/estagiário

_____ Nível I (observação e gravação em áudio das reuniões do PIBID e utilização de material escrito produzido nestas reuniões)

Eu li e compreendi as informações fornecidas e recebi respostas para qualquer questão que coloquei acerca dos procedimentos de pesquisa. Eu entendi e concordo com as condições do estudo como descritas. Eu entendo que receberei uma cópia assinada deste formulário de consentimento.

Eu, voluntariamente, aceito participar desta pesquisa. Portanto, concordo com tudo que está escrito acima e dou meu consentimento.

_____, _____ de _____ de 2013.

Nome legível:

_____.

Assinatura:

_____.

Pesquisador:

Eu garanto que este procedimento de consentimento foi seguido e que eu respondi quaisquer questões que o participante colocou da melhor maneira possível.

_____, _____ de _____ de 2013.

Assinatura do Pesquisador co-responsável

Patrícia Celeste da Silva Delgado

e-mail: pdelgado80@yahoo.com.br

ANEXO 2: Termo de consentimento livre e esclarecido para pesquisa na área de educação destinado ao professor(a) da educação básica

Título do Projeto: “O impacto da construção de grupos colaborativos, para trabalhar com controvérsias sócio-técnicas, na formação inicial de professores de biologia do PIBID”.

Pesquisador responsável: Prof. Dr. Francisco Ângelo Coutinho

e-mail: fac01@terra.com.br fones: 34096175

1. Esta seção fornece informações acerca do estudo em que a escola sob sua direção estará envolvida:

A. Você está sendo convidado a participar em uma pesquisa que visa investigar analisar o impacto da construção de grupos colaborativos para trabalhar com controvérsias sócio-técnicas na formação de professores de biologia do PIBID - Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência. Para este estudo serão analisadas as reuniões semanais do PIBID na Universidade (na qual você participa como professor supervisor) e na escola de Educação Básica (onde você atua como professor). Os resultados deste estudo poderão contribuir para a formação de professores e para o desenvolvimento de metodologia apropriada para a abordagem de temas ligados à abordagem CTS, em especial, aqueles relacionados às controvérsias sócio-técnicas.

B. Em caso de dúvida, a direção da escola pode entrar em contato com o pesquisador responsável quando ele estiver na escola ou através dos telefones e endereço eletrônico fornecidos nesse termo. Informações sobre as questões éticas da pesquisa podem ser obtidas no Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da Universidade Federal de Minas Gerais pelo telefone (31) 3409 4592 ou pelo endereço: Avenida Antônio Carlos, 6627 – Unidade Administrativa II – 2º andar, sala 2005 – Campus Pampulha, Belo Horizonte, MG – CEP: 31270 901.

C. Se você concordar em participar deste estudo, o pesquisador irá coletar dados nos dois contextos em que você atua, ou seja, na universidade e na escola da Educação Básica. O pesquisador irá acompanhar as reuniões do PIBID, registrar em áudio/vídeo essas reuniões e guardar cópias de algumas atividades desenvolvidas, que serão examinadas no futuro (nível I de participação na pesquisa).

D. Além disso, três outros níveis de participação são possíveis. O nível II que envolve a aplicação de um questionário sobre Controvérsias Sócio-técnicas. O nível III de participação envolve a participação em um Grupo Focal sobre o ensino de temas controversos. O nível IV de participação se refere à realização de entrevistas. As entrevistas serão conduzidas por um aluno da pós-graduação e serão agendadas de acordo com a sua conveniência. O tempo estimado de duração das entrevistas é de 40 minutos.

E. Caso você participe desse estudo, não será necessário realizar nenhuma atividade além daquelas que já fazem parte de sua rotina habitual de trabalho, a menos que você se disponha a participar das entrevistas.

F. O seu nome será retirado de todos os trabalhos e transcrições e substituídos por pseudônimos.

2. Esta seção descreve os direitos dos participantes desta pesquisa:

A. Você pode fazer perguntas sobre a pesquisa a qualquer momento e tais questões serão respondidas.

B. A sua participação é confidencial. Apenas o pesquisador responsável terá acesso à sua identidade. No caso de haver publicações ou apresentações relacionadas à pesquisa, nenhuma informação que permita a sua identificação será revelada.

C. Sua participação é voluntária. Você é livre para deixar de participar na pesquisa a qualquer momento, bem como para se recusar a responder qualquer questão específica sem qualquer punição.

D. Este estudo envolverá gravação de áudio e vídeo. Apenas os pesquisadores terão acesso a estes registros. Todos os registros, sem exceção, serão destruídos após o período de 5 anos.

E. Este estudo não envolve nenhum risco para a sua saúde mental ou física além daqueles que encontra normalmente em seu dia-a-dia.

3. Esta seção indica que você está dando seu consentimento para realizar a pesquisa em sua escola:

Participante:

O pesquisador Professor Dr. Francisco Ângelo Coutinho, solicita minha participação neste estudo intitulado "O impacto da construção de grupos colaborativos, para trabalhar com controvérsias sóciotécnicas, na formação inicial de professores de biologia do PIBID".

Eu concordo em participar desta investigação nos níveis indicados a seguir:

CONTEXTO 1: reuniões do PIBID, onde sou bolsista

_____ Nível I (observação e gravação em áudio das reuniões do PIBID e utilização de material escrito produzido nestas reuniões)

_____ Nível II (questionário)

_____ Nível III (participação em um Grupo Focal)

_____ Nível IV (participação em entrevistas)

CONTEXTO 2: escola de educação básica onde atuo como professor/estagiário

_____ Nível I (observação e gravação em áudio das reuniões do PIBID e utilização de material escrito produzido nestas reuniões)

Eu li e compreendi as informações fornecidas e recebi respostas para qualquer questão que coloquei acerca dos procedimentos de pesquisa. Eu entendi e concordo com as condições do estudo como descritas. Eu entendo que receberei uma cópia assinada deste formulário de consentimento.

Eu, voluntariamente, aceito participar desta pesquisa. Portanto, concordo com tudo que está escrito acima e dou meu consentimento.

_____, _____ de _____ de 2013.

Nome legível:

_____.

Assinatura:

_____.

Pesquisador:

Eu garanto que este procedimento de consentimento foi seguido e que eu respondi quaisquer questões que o participante colocou da melhor maneira possível.

_____, _____ de _____ de 2013.

Assinatura do Pesquisador co-responsável

Patrícia Celeste da Silva Delgado

e-mail: pdelgado80@yahoo.com.br

ANEXO 3: Unidade Temática produzida pelo grupo 1

Sumário

- 1 Apresentação
- 2 Introdução
- 3 Plano geral da unidade
- 4 Atividades propostas
 - 4.1 Avaliação diagnóstica
 - 4.2 Trabalhando com praticas
 - 4.3 Trabalhando com textos
 - 4.4 Trabalhando com vídeos
 - 4.5 Trabalhando com tirinhas
 - 4.6 Trabalhando com gráficos
- 5 Considerações finais
- 6 Referências

APRESENTAÇÃO

A unidade foi desenvolvida pelos estudantes do curso de Ciências Biológicas da Universidade [REDACTED] que fazem parte do Programa Institucional de Bolsa de Incentivo a Docência da Escola [REDACTED], sob a orientação da professora [REDACTED], a partir do desenvolvimento do projeto de doutorado da estudante Patrícia Delgado que aborda temas controversos no ensino de ciências.

A produção desta unidade tem o intuito de sanar e provocar mais dúvidas aos envolvidos na educação e gerar discussões sobre o tema do aquecimento global. Os pesquisadores de diversas áreas de pesquisa não têm o consenso geral sobre esta questão. No conteúdo desta unidade poderemos observar visões opostas sobre o aquecimento global, como a visão antropogênica e a visão (natural/ambiental). Além disso, também observamos materiais que abordam duas visões englobadas.

PLANO GERAL DA UNIDADE:

Avaliação diagnóstica dos conhecimentos dos alunos	Problematizar a questão do efeito estufa. Propor o levantamento de questões sobre o assunto
Prática investigativa	Desenvolver o conhecimento acerca do tema
Discutir os resultados da prática	Contextualizar a prática no ambiente
Dividir a sala em grupos para entrega dos textos com diferentes visões	Montar diferentes visões sobre o tema para discussão posterior
Discutir as questões políticas e sociais acerca do tema	Formar um estudante crítico e participativo
Criar grupos de discussão com temas abordados nos textos (Ver item ____ das atividades propostas)	Apresentação das idéias do texto lido pelo aluno no grupo de discussão e compartilhamento das informações dos textos com todos os alunos.
Propor aos alunos a elaboração de	Levantar questões que não foram

questões de interesse	abordadas na unidade temática
Permitir a exposição de idéias em forma de relatórios, abordando o texto lido previamente, a discussão no grupo e sua visão após ter trabalhado com o tema (Ver atividade ____ no anexo de atividades propostas).	Acompanhar o desenvolvimento dos alunos
Dentro de uma visão antropogênica, propor atividades que visem a resolução/diminuição do problema	Inserir os alunos no problema

INTRODUÇÃO

Aquecimento Global é causado pelo homem ou é um fenômeno natural? Essa e outras perguntas fazem parte da grande discussão gerada em torno do aquecimento global atualmente.

Presente em discussões governamentais, na televisão, revistas, internet, este tema está em alta no Brasil. Porém, nem sempre o modo como esse assunto é abordado na mídia é de fato a realidade. Por isso, devemos sempre ter cautela com as fontes de informações sobre esse tema tão polêmico. Apesar de parecer um assunto novo, a discussão ambiental está presente há anos, inclusive nos Parâmetros Curriculares Nacionais, onde se diz respeito às propostas dos temas transversais. Assim, podemos observar a importância da abordagem de temas como o aquecimento global na escola. Trabalhar com esse tema na escola é um grande desafio para o professor, visto que é um tema muito controverso. Tendo em vista que o aquecimento global se divide em duas vertentes, a antropogênica e a natural, o professor tem a tarefa de transmitir o conhecimento com o cuidado de não influenciar os alunos na formação de sua opinião pessoal. É importante que o tema seja trabalhado na escola de maneira que o aluno forme sua própria opinião a partir dos fatos que lhe são apresentados.

Esta unidade temática visa apresentar diferentes propostas e atividades para o auxílio de professores que queiram abordar este assunto em sala de

aula. Com o auxílio desse material, o professor tem a liberdade de trabalhar o tema da maneira que se sentir confortável, podendo confiar em um material de qualidade.

ATIVIDADES PROPOSTAS

As atividades propostas nesta unidade temática garantem ao professor a liberdade para preparar aulas sobre aquecimento global de modo à se adequar ao perfil da turma com que irá trabalhar. As atividades são sugestões de diversas maneiras de trabalhar os temas sobre o aquecimento global, incluindo atividades práticas, temas para discussão, questionários e atividades.

- **Avaliação diagnóstica**

Para melhor aproveitamento da aula sobre aquecimento global, é necessário saber sobre os conhecimentos prévios dos alunos acerca do tema. Para isso, a utilização de avaliações diagnósticas faz com que as aulas sejam mais proveitosas, abordando os temas de maior dificuldade.

Questões	C	D	CR	NS
1. O aquecimento global é causado só pelo homem.				
2. As espécies podem ser extintas devido ao aquecimento global.				
3. O efeito estufa é fundamental para a vida na Terra				
4. O aquecimento global pode causar desequilíbrio ecológico.				
5. Você pode ser responsável por causar o aumento no efeito estufa.				

Legenda: (C) Concordo; (D) Discordo; (CR) Concordo com ressalva; (NS) Não sei.

- **Trabalhando com práticas**

As atividades práticas investigativas instigam os alunos a construir o conhecimento sobre diversos temas, sendo positivas pelo fato de prenderem a atenção da turma e estimular o raciocínio. Nesta unidade são sugeridas algumas atividades investigativas relacionadas ao tema proposto.

Prática 2.1

Prática aquecimento global

Nesta atividade, você vai utilizar um modelo para aprender sobre o efeito estufa. Primeiramente monte o experimento abaixo, sendo uma delas o controle e a outra a simulação do efeito estufa.

Você irá colocar o seu experimento no sol ou próximo a uma lâmpada de luz quente como fonte de energia. A medida que a luz passa pela garrafa e é absorvida pelo conteúdo das garrafas (ar e a pedra), ela é transformada em energia em forma de calor. A energia de calor não passa facilmente pelas garrafas, ficando assim presa dentro delas. A garrafa é um modelo da atuação dos gases no efeito estufa que alguns cientistas temem estar causando o aquecimento terrestre.

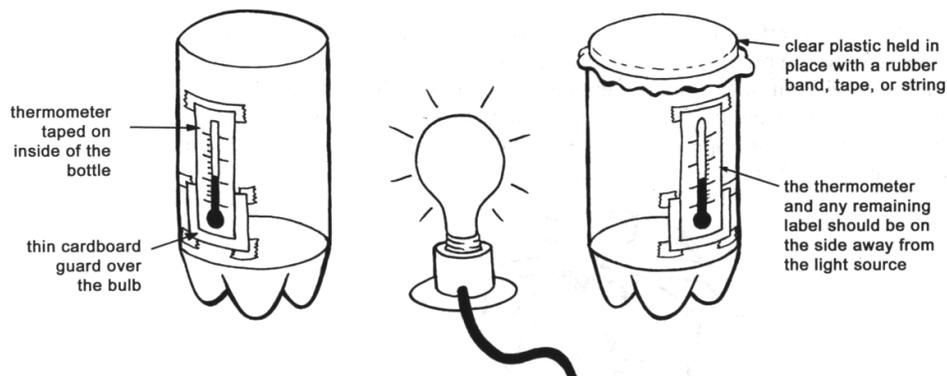
Materiais necessários:

- 2 Garrafas Pet
- 2 Termômetros
- Fonte de luz incandescente
- Gominha ou fita adesiva
- Areia ou pedras
- Papelão
- Plástico transparente

Quando montar o experimento certifique-se de:

1. Use um pedaço de papelão para proteger o termômetro da luz direta do sol ou da lâmpada, pois a medida de temperatura pode ser alterada pela radiação direta no termômetro;

2. Verifique se os termômetros encontram-se virados contrários à exposição da sua fonte de energia;
3. Mantenha as garrafas em local que não possa ser alterado facilmente por sombras ou muito vento;
4. Se estiver utilizando uma lâmpada, certifique-se que ambas as garrafas estão na mesma distância da lâmpada(cerca de 2cm), e de que estes estão orientados na mesma posição;
5. Faça a leitura dos termômetros sempre a cada dois minutos. Se possível, tente fazer com o tempo exato, uma vez que as alterações acontecem rapidamente. Tome nota primeiro sempre do mesmo termômetro;
6. Faça anotações em uma caderneta com o tempo marcado;
7. Faça um gráfico das suas anotações. Utilize linhas diferentes para cada linha do gráfico, uma para o controle e outra para o experimento;

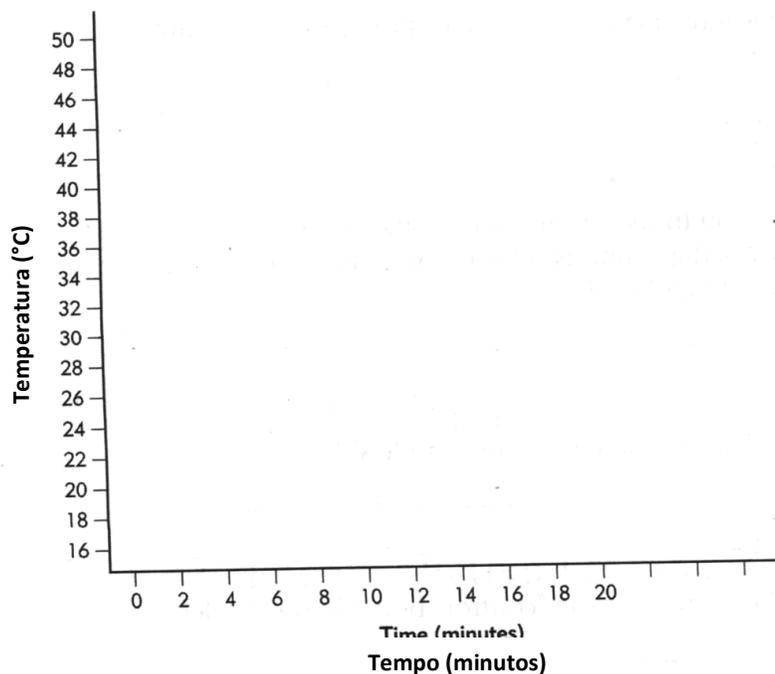


Use a tabela abaixo para registrar as temperaturas dos dois termômetros a cada dois minutos. Certifique se de registrá-las ao mesmo tempo. Tenha cuidado para não fazer sombra nas garrafas enquanto estiver lendo os termômetros.

Tempo	Garrafa #1 (controle)	Garrafa #2 (estufa)	Tempo	Garrafa #1	Garrafa #2
0 (start)	_____ °C	_____ °C	10 min.	_____ °C	_____ °C
2 min.	_____ °C	_____ °C	12 min.	_____ °C	_____ °C
4 min.	_____ °C	_____ °C	14 min.	_____ °C	_____ °C
6 min.	_____ °C	_____ °C	16 min.	_____ °C	_____ °C
8 min.	_____ °C	_____ °C	18 min.	_____ °C	_____ °C
			20 min.	_____ °C	_____ °C

GAasafeaGarraf

Registre as temperaturas das duas garrafas no gráfico abaixo, conectando os pontos com linhas. Use cores diferentes para registrar as temperaturas de cada garrafa, ou uma linha contínua para o controle e uma linha tracejada para a garrafa estufa. Identifique as cores ou os símbolos em uma legenda.



Questões

Com suas anotações e com o gráfico construído por você responda as seguintes questões:

- 1) Qual a diferença nos dois sistemas apresentados?
- 2) Após o tempo de 10 minutos qual a temperatura dos dois sistemas? Após 5 minutos com a lâmpada apagada quem perdeu mais calor? Por quê?
- 3) Qual fenômeno natural assemelha-se com o experimento feito em sala?

4) Qual a importância deste fenômeno para a manutenção da vida na Terra?

Tópicos para se discutir junto a prática

- Abordar a construção de estufas.
- Fazer comparações entre a Terra e as estufas manufaturadas.
- Comparar a Terra com outros planetas. Porque a Terra não esfria tanto à noite quanto a Lua ou Mercúrio?

Sugestão de textos para apoio didático.

- Climas do outro planeta, disponível no site da revista Super interessante.
<http://super.abril.com.br/tecnologia/climas-outro-planeta-438628.shtml>

Prática 2.2

Degelo e o nível do mar

Dentre os inúmeros efeitos negativos das mudanças climáticas, o aumento do nível do mar devido ao derretimento do gelo nas regiões polares é algo que merece destaque.

Materiais necessários:

- Aquário
- Terra ou areia
- Água
- Gelo
- Caneta que escreva no vidro (marcador permanente)

Preparo do experimento:

1. Em um aquário, coloque terra de modo que em um dos lados ela forme uma área mais elevada.
2. Acrescente água de modo que toda a terra fique molhada.

3. Continue adicionando água até preencher cerca de metade do volume do aquário.
4. Coloque dois cubos de gelo na água, de modo que eles fiquem flutuando.
5. Marque com a caneta o nível da água.
6. Aguarde o derretimento do gelo. (Você pode acelerar este processo usando uma lâmpada, por exemplo.).
7. Observe se houve modificação no nível de água no aquário, marcado anteriormente com caneta.
8. Após essa observação, coloque dois cubos de gelo na área mais elevada de terra.
9. Observe o nível de água após o derretimento do gelo e compare o resultado com o experimento anterior



Imagem do experimento.

Fonte: <http://www.pontociencia.org.br/imgdb/experimentos/86e0d331889c610a90b92db9d3a17627.JPG>

Veja um vídeo do experimento sendo feito:

http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=R7jyZyZXu6c

O que acontece?

As densidades da água e a do gelo são diferentes. Como já sabemos e pudemos ver no vídeo, o gelo flutua na água. A densidade do gelo é de 0,92 g/mL. Já a da água líquida é de 1,0 g/mL.

A diferença de densidade entre os dois estados físicos é de apenas 0,08 ou 8%. Isso quer dizer que uma mesma quantidade de água irá ocupar 8 %

mais espaço na forma de gelo do que de água líquida. Este volume de 8% é a parte do gelo que fica para fora da água. Se você vê um iceberg na água, a parte que está para fora é apenas 8% daquilo que está para dentro da água, como o capitão do Titanic descobriu, tarde demais... Daí vem a expressão "a ponta do iceberg" para algo que é apenas uma pequena parte visível de um problema maior.

Quando o gelo que estava flutuando derreteu, o volume da água diminuiu, ficando exatamente igual à parte do gelo que estava submersa. Assim, o nível da água não mudou.

Já quando colocamos o gelo sobre a terra, ao derreter a água escorreu e percebemos um aumento no nível da água.

Como podemos perceber a fusão do gelo oceânico não altera o nível do mar. Já o gelo que se encontra sobre áreas terrestres, como na Groelândia, por exemplo, tem potencial para elevar significativamente o nível do mar, caso se derreta.



Imagem: Aumento do nível de água após o derretimento de gelo que se encontrava fora da água.

Fonte: <http://www.pontociencia.org.br/imgdb/experimentos/5d36e46a967125de687f8fc94484996d.JPG>

Fonte do experimento: <http://www.pontociencia.org.br/experimentos-interna.php?experimento=929&O+DEGELO+E+O+NIVEL+DO+MAR#top>

Prática 2.3

Simulando o efeito estufa

Esta prática tem como objetivo mostrar o aumento da temperatura em um sistema de menores proporções e em tempo real, comparando com o que ocorre na superfície da Terra.

Materiais necessários:

- Caixa de sapato
- Papel preto
- Copo com água
- Folha de plástico de PVC (papel filme)
- Termômetro

Preparo do experimento

1. Forre uma caixa de sapatos, sem a tampa, com papel preto.
2. Coloque um copo com água pela metade, dentro da caixa.
3. Cubra a caixa de sapatos com folha de plástico fina de PVC transparente (usada para embrulhar alimentos).
4. Coloque a caixa de sapatos sob a luz solar por cerca de 30 minutos.
5. Coloque outro copo igual ao primeiro, também com água pela metade, fora da caixa, também sob a luz solar.
6. Passados os 30 minutos, retire o papel filme e com seu próprio dedo compare a temperatura da água nos dois copos. (Se você tiver um termômetro use-o para comparar as temperaturas)

Como você relaciona este experimento com o Efeito Estufa?

- **Trabalhando com textos**

A visão de diferentes autores sobre o tema “Aquecimento global” pode ser uma boa ferramenta para auxiliar no desenvolvimento da opinião dos alunos. A seguir há uma proposta de atividades na qual os alunos lerão textos com diversos pontos de vista.

Proposta de dinâmica do trabalho (Baseado em uma sala de 30 alunos)

Primeiro momento: Dividir a sala em três grupos de dez alunos para a leitura prévia de diferentes textos. Cada grupo lerá, em casa, um texto específico indicado pelo professor.

Segundo momento: Na aula seguinte, a sala será dividida em três grupos, cada qual com representantes de cada texto lido anteriormente.

Na tabela abaixo, segue o exemplo da divisão dos grupos em salas com 32 alunos:

30 alunos	Primeiro momento	Segundo momento
	Grupo 1: Dez alunos Texto 1: “Fuga da emboscada”	Grupo A: Formado por três ou quatro representantes de cada grupo estipulado anteriormente.
	Grupo 2: Dez alunos Texto 2: “Pesquisadora da USP questiona aquecimento global”	Grupo B: Formado por três ou quatro representantes de cada grupo estipulado anteriormente.
	Grupo 3: Dez alunos Texto 3: Título	Grupo C: Formado por três ou quatro representantes de cada grupo estipulado anteriormente.

Tabela 1: Sugestão de distribuição de grupos para desenvolvimento das atividades propostas.

Textos

A seguir são apresentados sugestões de três textos com diferentes pontos de vista sobre o “Aquecimento global”. As visões abordadas são: Antropogênica, natural e aquela que combina as duas.

Texto 1 - “Fuga da emboscada”- Visão

Texto 2 - “Pesquisadora da USP questiona aquecimento global”- Visão natural

Texto 3 - Visão antropogênica¹¹⁵

“Fuga da emboscada”

O que devemos fazer? Como o dióxido de carbono que introduzimos na atmosfera vai permanecer ali por décadas, até importantes esforços de autocontrole tecnológico só surtirão efeito para a próxima geração, no futuro - embora as contribuições de alguns outros gases para o aquecimento global possam ser reduzidas mais rapidamente. Precisamos distinguir entre mitigar o problema a curto prazo e solucioná-lo a longo prazo, embora as duas medidas sejam necessárias. Ao que parece devemos criar por etapas o mais rápido possível uma nova economia energética mundial que não gere tantos gases-estufa e outros poluentes. Mas "o mais rápido possível" vai levar pelo menos décadas para se concretizar, e devemos nesse meio tempo diminuir os danos, cuidando para que a transição cause os menores estragos possíveis no tecido social e econômico do mundo, e para que os padrões de vida não se deterioreem, em consequência. A única questão é saber se vamos manipular a crise ou se ela vai nos manipular.

[...] O maior emissor de CO no planeta são os Estados Unidos. O segundo maior emissor de CO é a Rússia e as outras repúblicas da antiga União Soviética. O terceiro maior emissor, se os considerarmos em conjunto, são todos os países em desenvolvimento. Esse é um fato muito importante: não é apenas um problema para as nações altamente tecnológicas - por meio da agricultura das queimadas, do uso da lenha, e assim por diante, os países em

¹¹⁵ Esse texto não foi inserido. Atividade inacabada.

desenvolvimento também estão dando uma contribuição importante para o aquecimento global. E os países em desenvolvimento têm a maior taxa de crescimento populacional no mundo. Mesmo que não consigam atingir o padrão de vida do Japão, do Crescente do Pacífico e do Ocidente, essas nações vão constituir uma parte cada vez maior do problema. O emissor seguinte, em ordem de culpabilidade, é a Europa ocidental, depois a China e só então o Japão, uma das nações com o emprego mais eficiente de combustíveis fósseis na Terra. Mais uma vez, assim como o aquecimento global é causado por todo o mundo, qualquer solução também deve vir de todo o mundo.

[...] A escala de mudança necessária para tratar do âmago do problema é quase desanimadora - especialmente para aqueles políticos que estão interessados sobretudo em tomar medidas que lhes trarão benefícios durante os seus mandatos. Se a ação exigida para melhorar a situação pudesse ser incluída em programas de dois, quatro ou seis anos, os políticos dariam mais apoio porque então os benefícios políticos poderiam aparecer na época da reeleição. Mas programas de vinte, quarenta ou sessenta anos, quando os benefícios aparecem não só quando os políticos já não tem o seu mandato mas quando estão mortos são politicamente menos atraentes.

[...] Quando gases-estufa são acrescentados à atmosfera, o clima da Terra não reage instantaneamente. Ao contrário, parece ser necessário quase um século para que dois terços do efeito total sejam sentidos. Assim, mesmo que interrompêssemos todas as emissões de CO₂ e outros gases amanhã, o efeito estufa continuaria a se acumular pelo menos até o fim do próximo século. É uma razão poderosa para não se confiar na abordagem "esperar-para-ver" do problema - pode ser profundamente perigoso. [...] Para evitar que o efeito estufa cresça ainda mais, o mundo deve cortar a sua dependência de combustíveis fósseis em mais da metade. A curto prazo enquanto ainda estamos obcecados pelos combustíveis fósseis, poderíamos usá-los mais eficientemente. Com 5 da população mundial os Estados Unidos usam quase 25% da energia mundial. Os automóveis são responsáveis por quase um terço da produção de CO₂ dos

Estados Unidos. Um carro emite mais do que o seu próprio peso em CO a cada ano. [...] Mas aumentar a eficiência com que extraímos energia dos combustíveis fósseis não basta a longo prazo. Com o passar do tempo, vai haver mais humanos sobre a Terra e maiores demandas de energia. Não poderíamos encontrar alternativas para os combustíveis fósseis. meios de gerar energia que não produzam gases-estufa, que não aqueçam a Terra? [...] Há toda uma gama de outras tecnologias alternativas. O calor da Terra gera eletricidade na Itália, em Idaho e na Nova Zelândia. Sete mil e quinhentas turbinas, movidas pelo vento estão gerando eletricidade em AltamontPass, Califórnia sendo a eletricidade resultante vendida para a Companhia de Eletricidade e Gás do Pacífico.

[...] Mas não há nenhum modo de remover o dióxido de carbono da atmosfera, para desfazer parte do estrago que já causamos? O único modo de resfriar o efeito estufa que não só parece seguro como confiável é plantar árvores. As árvores em crescimento retiram CO do ar. Depois de já plenamente desenvolvidas seria remar contra a corrente queimá-las, pois isso anularia o benefício que estamos procurando. Ao contrário deveríamos plantar florestas e as árvores quando plenamente desenvolvidas deveriam ser derrubadas e usadas, por exemplo, para construir casas ou mobília. Ou apenas enterradas. Mas a extensão de terra em todo o mundo que deve ser reflorescida para que o plantio de árvores represente uma contribuição importante é enorme, aproximadamente a área dos Estados Unidos. Isso só pode ser feito com a cooperação de toda a espécie humana. Porém, em vez disso, a espécie humana está destruindo um acre de floresta a cada segundo. Todos podem plantar árvores - indivíduos, nações, indústrias. Mas especialmente a indústria. Os Serviços de Energia Aplicada em Arlington, Virgínia, construíram uma usina de carvão em Connecticut; também estão plantando árvores na Guatemala que vão retirar da atmosfera da Terra mais dióxido de carbono do que a nova usina injetará no ar durante o seu tempo de vida operacional. As madeireiras não deveriam plantar mais florestas - árvores copadas e de crescimento rápido, úteis para mitigar o efeito estufa - do que derrubam? E que dizer das indústrias de carvão óleo, gás natural, petróleo e automóveis? Toda companhia que

introduz CO na atmosfera não deveria também se comprometer a retirá-lo? Não é o que todo cidadão deveria fazer? E que dizer de plantar árvores na época do Natal? Ou nos aniversários, casamentos e jubileus? Os nossos ancestrais vieram das árvores, e temos uma afinidade natural com elas. É perfeitamente apropriado que plantemos árvores.

[...] Não tendo cérebro, as moléculas de CO são incapazes de compreender a idéia profunda da soberania nacional. São apenas sopradas pelo vento. Se são produzidas num determinado lugar, podem acabar em qualquer outro local. O planeta é uma unidade. Sejam quais forem as diferenças ideológicas e culturais, as nações do mundo devem trabalhar em conjunto; do contrário, não haverá solução para o aquecimento pelo efeito estufa e para os outros problemas ambientais globais. Estamos todos juntos nessa estufa.

[...] Não é seguro persistir no desenvolvimento descuidado da tecnologia, nem na total negligência quanto às conseqüências dessa tecnologia. Está dentro de nosso alcance orientar a tecnologia, direcioná-la para o benefício de todos sobre a Terra. Talvez haja um raio de esperança para esses problemas ambientais globais porque eles estão nos forçando, a contragosto, por mais relutantes que sejamos, a adotar uma nova forma de pensar- na qual, em alguns aspectos o bem-estar da espécie humana tem prioridade sobre os interesses nacionais e corporativos. Somos uma espécie talentosa, quando pressionados pela necessidade. Sabemos o que fazer. Das crises ambientais de nossa época deve resultar, a menos que sejamos muito mais imbecis do que imagino, uma união das nações e gerações, bem como o fim de nossa longa infância.

Adaptado do texto do Físico e divulgador científico Carl Sagan

“Pesquisadora da USP questiona aquecimento global”

Com informações da Agência USP - 08/10/2011

Modelos tomados como realidade

Depois de analisar e comparar a literatura científica sobre o aquecimento global, a geógrafa Daniela de Souza Onça é enfática:

"As hipóteses que afirmam a existência do aquecimento global e sua culpabilidade pelos eventos extremos não são teorias científicas solidamente estabelecidas, e sim saídas de modelos matemáticos do clima."

A pesquisa Quando o Sol brilha, eles fogem para a sombra! a ideologia do aquecimento global, foi baseada na comparação entre as pesquisas produzidas pelas duas facções que se formaram, chamadas cética e aquecimentista, especialmente na leitura do quarto relatório do IPCC, de 2007.

Daniela afirma que não foi encontrada, até hoje, nenhuma prova ou evidência de que o aquecimento do planeta esteja sendo provocado pelo homem.

Para ela, tudo o que existe são resultados de modelos matemáticos do clima.

"Muitas outras 'provas' são evocadas, como derretimento de geleiras, enchentes, furacões e secas. Mas tudo isso faz parte da variabilidade natural do sistema climático. Certamente, ocorreram eventos mais variáveis e intensos do que hoje ao longo de nossa história recente. A única 'evidência' são as saídas de modelos, mas quem disse que esses modelos representam adequadamente a realidade, ou que a representam suficientemente bem para sustentarmos o aquecimento global [antropogênico] com tanta segurança?", questiona.

Para a geógrafa, mesmo os modelos climáticos mais avançados ainda estão muito longe de conseguirem executar uma simulação do clima suficientemente acurada, portanto seus resultados não podem ser tomados como evidência. "Os modelos são baseados no conhecimento dos cientistas, que podem ser tanto insuficientes quanto incorretos", defende Daniela.

Exclusão social

Daniela igualmente constatou que contrariar a hipótese do aquecimento global é, hoje, considerado um grave pecado contra o progresso da ciência e o futuro da humanidade.

Na opinião da geógrafa, diversos problemas sociais e econômicos não são provocados pelas mudanças climáticas, mas sim pela estrutura excludente do sistema capitalista.

"A incidência de malária não é provocada pela elevação das temperaturas globais, mas sim por programas ineficazes ou inexistentes de saúde pública. A escassez de água potável não é provocada pela redução das precipitações, mas sim pela pressão crescente sobre recursos hídricos cada vez menos conservados", exemplifica.

Em seu estudo, Daniela avalia que "a pobreza e a miséria não são provocadas pelo aquecimento global, mas pela concentração de renda."

Para a pesquisadora, o sistema capitalista justifica a continuidade e o agravamento da miséria global com o aquecimento global, negando que seja resultado da concentração de renda, da ação de uns poucos conglomerados industriais, da falta de vontade política.

"Assim, sendo todos culpados pelo aquecimento global, somos todos culpados de todas as misérias que nos afligem, e não governos ou empresas", explica.

Pseudo-ciência

Os dias têm sido ruins para a ortodoxia que se criou em torno do tema.

Em meados de Setembro, o Prêmio Nobel de Física Ivar Giaever desligou-se da Sociedade Americana de Física afirmando que os estudos do aquecimento global são pseudo-ciência.

A Sociedade respondeu em uma nota afirmando que isto não era preocupante porque não estava havendo uma debandada e que, portanto, manteria seu compromisso com a conclusão de que o aquecimento global é provocado pelo homem.

A própria nota é um sintoma do viés anti-científico que as discussões tomaram, uma vez que a associação não se compromete com uma linha de pesquisa ou nem mesmo com um método de pesquisa, mas com resultados pré-definidos.

Quanto à debandada, a entidade já havia recusado uma revisão na posição sobre o assunto, solicitada por um grupo de 160 físicos, entre os quais o próprio Giaever.

Essa intromissão da política na ciência tem verdadeiramente impedido o prosseguimento da liberdade científica tão necessária para aumentar o conhecimento humano - a prova disso é que hoje é praticamente impossível conseguir publicar um artigo que não chegue às conclusões que a comunidade científica votou como consenso.

Fonte:

<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=pesquisador-a-usp-questiona-existencia-aquecimento-global&id=010125111008>

(Falta um texto)¹¹⁶

- **Trabalhando com vídeos**

O trabalho com vídeos é uma técnica inovadora no processo de ensino, visto que é uma ferramenta alternativa para alunos que tem dificuldades de trabalhar com formas convencionais de mídia. Nesta unidade são indicados filmes, vídeos e roteiros para serem trabalhados em sala de aula.

1. Uma verdade inconveniente
2. Episódio do desenho Futurama

(Falta assistir e fazer atividades)¹¹⁷

¹¹⁶ Esse texto não foi inserido. Atividade inacabada.

¹¹⁷ Não foram concluídas as atividades relacionadas ao filme “Uma verdade inconveniente” e aquela relacionada ao desenho animado “Futurama”.

• Trabalhando com tirinhas

Outro método que também não é convencional são as tirinhas. De uma forma lúdica há o estímulo para interpretação e o desenvolvimento do pensamento crítico dos alunos. Nesta unidade são apresentadas sugestões de tirinhas para serem utilizadas como material de apoio didático para a abordagem do tema “Aquecimento Global”. Os professores estão livres para produzirem exercícios baseados no material, com auxílio de um esclarecimento acerca de cada uma.

É importante que as tirinhas sejam utilizadas para a avaliação do conteúdo trabalhado e não ser dada sem o conhecimento necessário para que essa seja interpretada de maneira correta.

Tirinha 1

Apesar de Deus ser personagem dessa tirinha, é importante que o professor não entre na discussão teológica pois esse não é o objetivo do exercício.

Essa tirinha relaciona o aquecimento global como sendo um fenômeno natural. Sendo assim, é dito como um evento que se alterna com o resfriamento do planeta, como defendida pela visão natural. As questões criadas sobre esse material devem abordar isto.



Tirinha 2

Essa tirinha aborda as diferentes percepções de cada indivíduo sobre o

aquecimento global. O que deve ser trabalhado nessa tirinha, é exatamente essa questão. Tome como exemplo diferentes partes do planeta onde o aquecimento global tem efeitos distintos: Aumento das nevascas, secas prolongadas, períodos sem chuva, grandes enchentes, morte de fauna e flora, desequilíbrio de ecossistemas, entre outros.

O ponto importante é que o aluno entenda que o aquecimento global não está diretamente ligado ao aumento de temperatura, e sim à várias modificações no planeta Terra que antes não eram comuns.



Tirinha 3

Essa tirinha aborda a questão das inúmeras fontes de informação que existem hoje, mas que nem sempre informam corretamente. Como professor acreditamos que seja importante o conhecimento de uma gama maior de fontes, podendo assim orientar os alunos na escolha de referências confiáveis.

Uma sugestão para trabalhar com essa tirinha é o professor disponibilizar uma informação errônea ou incompleta e pedir para os alunos justificarem esse erro, basendo-se na tirinha.

A partir dessa tirinha que leva ao pensamento crítico, elabore outra tirinha sobre o aquecimento global que leve o aluno à questionamentos.

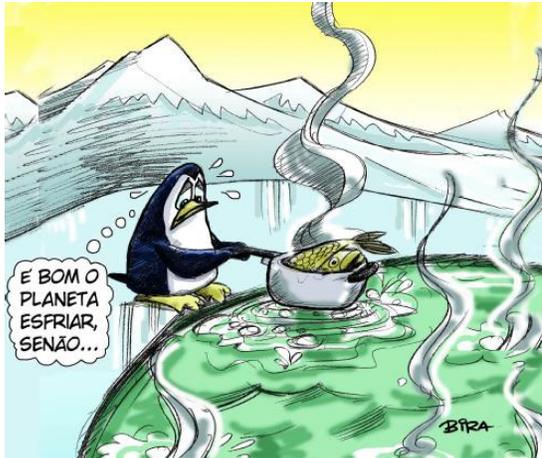


Tirinha 4

Essa tirinha retrata as modificações no ambiente causadas pelo aquecimento global. Isso pode prejudicar e eliminar espécies, altera a cadeia alimentar, gerando desequilíbrio ambiental.

É importante o professor abordar que pequenas modificações no ambiente, como o aumento de alguns graus na temperatura, podem gerar grandes interferências no ecossistema.

Crie questões relacionadas à pequenas modificação no ecossistema que estão relacionadas com as variações de temperatura e clima



Tirinha 5

Essa tirinha retrata de uma forma exagerada as previsões feitas sobre o aquecimento global. Essas previsões nem sempre são levadas em conta e a mudança de algumas atitudes podem melhorar a situação do efeito estufa.

Abaixo se encontra um texto relacionado aos efeitos do aquecimento global no Rio de Janeiro e algumas propostas de melhoria da cidade.



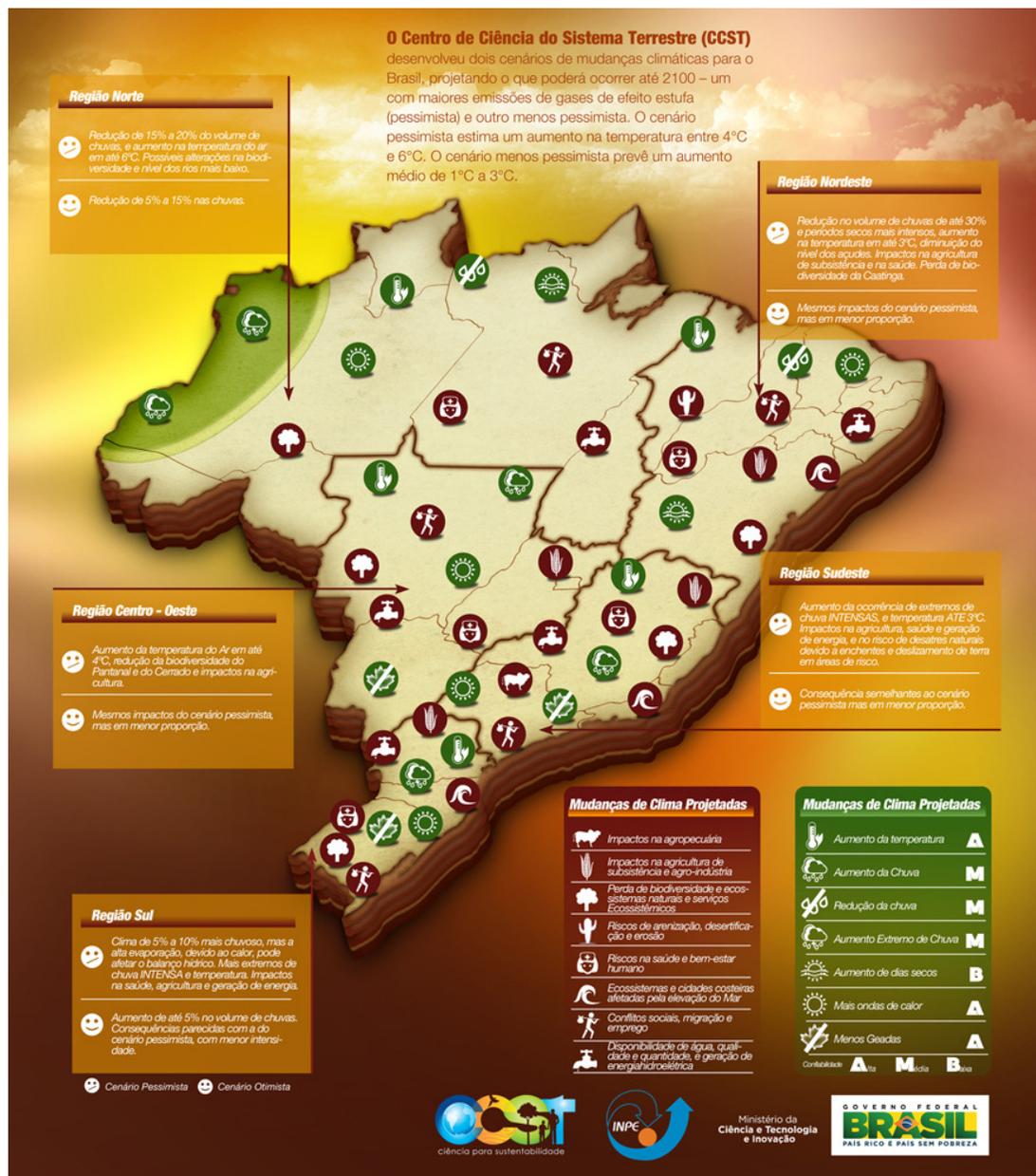
“Segundo uma pesquisa divulgada pelo Ministério do Meio Ambiente, o Rio de Janeiro será uma das cidades mais afetadas pelo aquecimento global em todo o Brasil. Nos próximos cem anos, o nível do mar vai aumentar aproximadamente 40cm, provocando inundações em cidades que ficam à beira-mar. Para tentar diminuir os problemas do efeito estufa no Rio de Janeiro, a prefeitura da cidade está trabalhando com projetos que procuram diminuir o lançamento de gases de efeito estufa na atmosfera, como o planejamento do sistema de transportes visando à redução na quantidade de ônibus e o tratamento dos depósitos de lixo. Além disso, a prefeitura trabalhará com projetos de educação ambiental em todas as escolas do município e plantará cerca de 1,2 milhões de mudas de árvores por ano. Em julho, os jogos Pan-americanos serão usados para conscientizar a população e os turistas que estarão na cidade para a necessidade de preservação do meio-ambiente. Segundo Sérgio Besserman, presidente do Instituto Municipal Pereira Passos, que é dedicado a estudos de urbanismo, o que for emitido a mais de gases de efeito estufa, por conta de passagens de aviões e de outros meios de transporte no período dos jogos, será compensado com o plantio de árvores. Quanto aos efeitos do aquecimento global sobre a cidade, Sérgio Besserman explicou que fenômenos como ressacas, variação de marés e tempestades vão se tornar mais freqüentes e intensos. O aumento no nível do mar vai afetar toda a infra-estrutura da cidade. Algumas das principais vias de transporte e os aeroportos do município, assim como as redes de esgoto serão danificados. O turismo também será prejudicado, não só pela diminuição da faixa de areia nas praias, diminuindo a quantidade de banhistas, mas também pelo aumento do calor e das chuvas, sem contar que a cidade provavelmente terá problemas no plano da saúde, porque é uma cidade verde, com muitas áreas florestais e esse ambiente com a temperatura mais alta, se tornará hospitaleiro para mosquitos transmissores de doenças que há muito tempo não existem no município. “

Fonte: <http://matematica.spaceblog.com.br/10663/O-Rio-de-Janeiro-e-uma-das-cidades-ameacadas-pelo-aquecimento-global/>

Esse texto pode promover discussões sobre os efeitos do aquecimento global num local mais próximo dos alunos, visto que muitos exemplos sobre o assunto são de locais distantes, como degelo dos pólos.

Uma sugestão de pergunta é o que os alunos acham sobre esses problemas apresentados em relação ao Rio de Janeiro, que é uma das cidades mais belas do nosso Brasil?

Trabalhando com gráficos



Este gráfico mostra que as previsões feitas em meados de 2000 estão erradas. O aquecimento global parece não estar tão acelerado quanto as fontes antigas relataram.

Algumas sugestões para atividades com esse gráfico estão descritas a seguir:

A variação de temperatura que podemos observar no gráfico é relativamente pequena, de no máximo 1°C. Com base em conhecimentos adquiridos, responda as questões abaixo:

- 1) Essa variação pode causar muitos impactos no ambiente?
- 2) Qual é a sua opinião sobre o motivo dessa amenização do aumento da temperatura na superfície da Terra?
- 3) Cite alguns impactos no ecossistema que podem vir a acontecer com o aumento da temperatura.

Leia um trecho da reportagem abaixo e responda as perguntas:

"Pesquisadores de 11 países verificaram que o aumento das temperaturas no globo está causando o desaparecimento de populações de lagartos no planeta. Se a tendência atual permanecer, nada menos que 20% das espécies de lagartos poderão ser extintas até 2080. Os estudiosos ressaltam as prováveis consequências dessa extinção: significativas repercussões na cadeia alimentar, pois os lagartos são presas vitais para muitos pássaros, serpentes e outros animais, e são importantes predadores de insetos. Segundo o estudo, liderado pelo pesquisador Barry Sinervo, da Universidade da Califórnia, nos Estados Unidos, é possível antever o colapso de algumas espécies no extremo superior da cadeia alimentar e uma liberação para as populações de insetos.

O cientista Carlos Frederico Duarte da Rocha, do Instituto de Biologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), participou do trabalho e constatou o desaparecimento de algumas populações do lagartinho-branco-da-praia, espécie presente apenas em ambientes de restinga no estado do Rio de Janeiro. O pesquisador também fez estudos no Espírito Santo, em Santa Catarina, no Pará, na Bahia e no Rio Grande do Norte.

– Essa pesquisa internacional é a primeira que comprova o desaparecimento de espécies em razão do aquecimento global. Já a recente extinção mundial de anfíbios está relacionada a diversos fatores, como a perda do hábitat, além do aumento das temperaturas – afirma Carlos Frederico. "

Fonte: http://www.multirio.rj.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=257&Itemid=116

Como podemos observar, a pequena mudança de temperatura ocorrida pelo aquecimento global pode causar grandes danos à cadeia alimentar e ao ecossistema.

Elabore hipóteses do que aconteceria se fossem prejudicadas espécies de base de cadeia alimentar, como ratos, e espécies de topo de cadeia alimentar, como tigres.

Considerações finais

Professor,

A partir das aulas dadas baseadas nesta unidade temática podem surgir dúvidas e questões que os alunos queriam saber e aprofundar sobre o tema de aquecimento global. Para saber mais sobre essas questões e como essas aulas foram aproveitadas por eles, aplique o questionário abaixo. Isso pode enriquecer sua aula sobre o tema e aprimorar as próximas aplicações.

Você ficou com alguma dúvida sobre o tema aquecimento global?
Gostaria de aprender algum tema sobre aquecimento global que não foi abordado em sala de aula?
Qual o tema que achou mais interessante nas aulas sobre aquecimento global?
Você modificou sua visão sobre aquecimento global após essas aulas?

Referências¹¹⁸

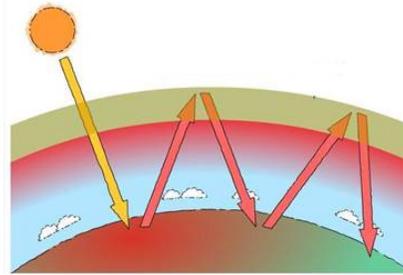
¹¹⁸ As referências bibliográficas utilizadas não foram inseridas na Unidade Temática. Ver ANEXOS 7 e 8.

ANEXO 4: Slides produzidos pelo grupo 2:

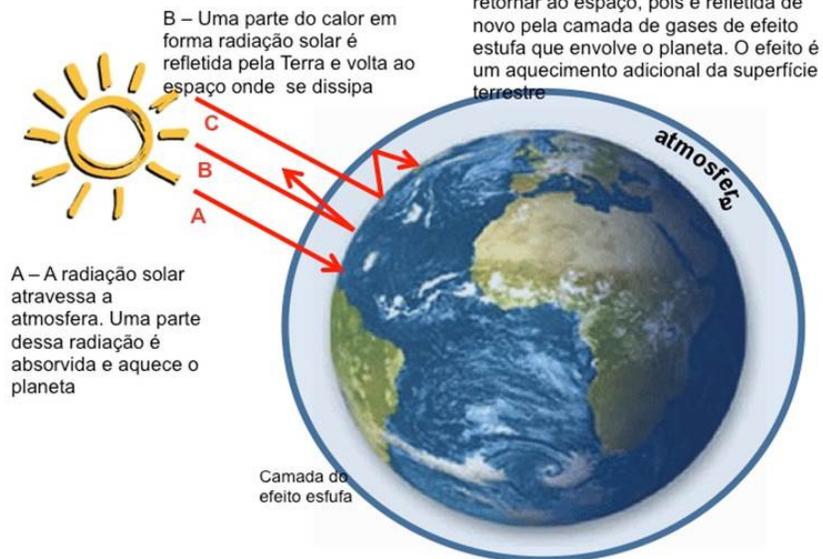


Efeito estufa

- ▶ Efeito natural que conserva a superfície da Terra aquecida e impede a perda de calor para
- ▶ Gases relacionados ao efeito estufa:
 - Vapor de água
 - Dióxido de carbono - CO₂
 - Metano



O EFEITO ESTUFA

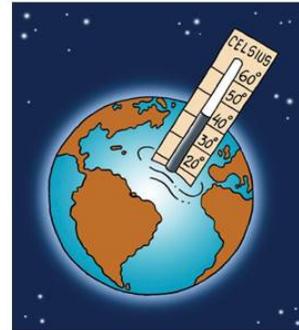


FONTE: <http://www.greenitbrasil.com.br/?tag=sequestro-de-carbono>

Importância do Efeito Estufa

- ▶ O Efeito estufa natural mantém a temperatura média do planeta na faixa de 15°C.
 - Caso não houvesse a retenção de calor na atmosfera, a temperatura média do planeta seria negativa, próxima de -18°C

Eustáquio de Sene e João Carlos Moreira



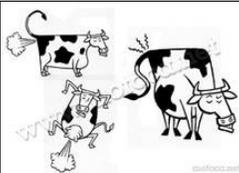
Polêmica

- ▶ Alguns cientistas defendem a responsabilidade das atividades humanas quanto à intensificação do efeito estufa...
- ▶ Outros acham que se trata de uma variação normal de temperatura resultante da dinâmica da atmosférica.



Polêmica

- ▶ Está comprovado que alguns ciclos do aquecimento e resfriamento do planeta Terra ocorre naturalmente.
- ▶ GRÁFICO DA PALEONTOLOGIA QUE A XXXXXXXX XXXXXXXX VAI MANDAR

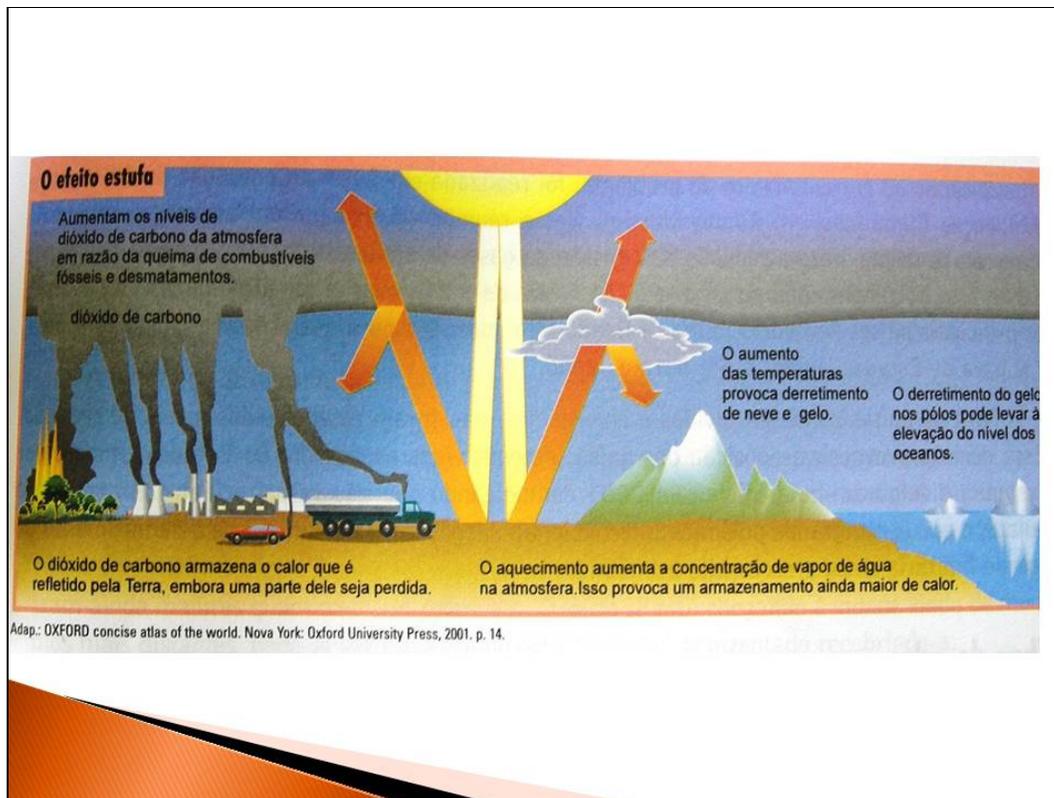


Polêmica

- ▶ O dióxido de carbono – CO₂ – e outros gases estufa emitidos pelas atividades humanas armazenam o calor irradiado e a energia solar refletida pela Terra, provocando o aquecimento global.

Eustáquio de Sene e João Carlos Moreira





Referências Bibliográficas

- ▶ SENE, Eustáquio de; MOREIRA, João Carlos. *Geografia Geral e do Brasil: Espaço Geográfico e Globalização*. São Paulo: Scipione Didatico, 2008.
- ▶ Gravuras: Disponível em:
<<http://www.greenitbrasil.com.br/?tag=sequestro-de-carbono>>.
Acesso em 10/06/2013
- ▶

ANEXO 5: Estudo dirigido sobre o texto “Aquecimento global: O começo do fim” produzido pelo grupo 2

Aquecimento global: O começo do fim

A humanidade está diante da maior ameaça de todos os tempos: o aquecimento global

Outubro 2005

Texto por Rafael Kenski

No mês passado, o furacão Katrina devastou Nova Orleans. Não demorou um dia até que uma porção de gente começasse a declarar que a culpa não era do efeito estufa. O climatologista Pat Michaels, da Universidade da Virgínia, por exemplo, se apressou a afirmar que “ainda não há prova de que as contribuições humanas para o efeito estufa causem furacões”. É sempre assim. Existe nos EUA um verdadeiro exército disposto a desfazer qualquer relação entre a ação humana e os efeitos destrutivos do aquecimento global. “Há uma enorme campanha de desinformação”, diz o jornalista Ross Gelbspan, autor de *Boiling Point* (“Ponto de Ebulição”, inédito no Brasil). A tese de Gelbspan é a de que o governo Bush e as empresas petrolíferas investem pesado em confundir a opinião pública. Quer dizer então que a ação humana causou o Katrina? Não. Impossível afirmar isso com o pouco que sabemos sobre clima. Mas uma coisa é certa: furacões só acontecem quando as águas dos oceanos ficam quentes demais - e o mundo está cada vez mais quente, como você pode ver no mapa abaixo.

A temperatura média do planeta subiu 0,7 °C no último século. Nas últimas décadas, geleiras tidas como eternas começaram a derreter, enchentes e secas se tornaram mais violentas, ondas de calor mataram milhares e um furacão fez sua estréia no Brasil. E o pior: foi só o começo. Nos próximos 100 anos, prevê-se que a temperatura aumentará entre 1,4 °C e 5,8 °C. Se considerarmos que 0,7 °C causou tudo isso, dá para dizer que a palavra “apocalipse” não está longe de descrever o que vem por aí. O aquecimento global não é uma ameaça distante: é um perigo palpável, real, e está bem na sua frente.

Ele já está entre nós

Os moradores de Fairbanks, a maior cidade do interior do Alasca, perceberam que algo estava errado quando a cidade começou a afundar. Localizada no extremo norte da América, a região é tão fria que muitas ruas são construídas sobre uma camada de gelo, parte dele com mais de 12 mil anos de idade. O calor esburacou as ruas e entortou as casas. A 850 quilômetros dali, todo o gelo que protegia a vila de Shishmaref do vento e das ondas derreteu, o que obrigou os habitantes a mudar a cidade inteira para outro lugar, a um custo de 180 milhões de dólares.

O Alasca é uma das regiões mais afetadas pelo aquecimento global - em alguns pontos, a temperatura no inverno subiu 6 °C desde 1960. Entretanto, quase todos os lugares frios do mundo têm uma história para contar a respeito do calor crescente. No início de 2002, uma placa de gelo com o dobro do tamanho da cidade de São Paulo e 220 metros de

espessura se desfez em pedaços na Antártida em apenas um mês. Em todos os continentes, a maioria das geleiras - os rios de gelo que correm do topo das montanhas - está sumindo. “A julgar pela taxa com que estão diminuindo, perderemos grande parte delas nas próximas décadas”, afirma o climatologista Lonnie Thompson, da Universidade do Estado de Ohio, EUA, que desde os anos 70 sobe montanhas em uma corrida para estudar o gelo antes que ele acabe. Pelas suas previsões, as neves no topo do Kilimanjaro, o ponto culminante da África, não passarão de 2015. No Himalaia, a mais alta cadeia de montanhas do mundo, dois terços das geleiras podem entrar em colapso, provocando primeiro enchentes catastróficas na China, Índia e Nepal e, depois, falta de água em toda essa região superpovoada.

Tanto degelo não é à toa. A década de 1990 foi a mais quente desde que os cientistas começaram as medições, no século 19 - 1998 registrou o calor recorde e 2005 é forte candidato ao 2o lugar na lista. Há indícios de que as altas temperaturas da última década não têm paralelo ao menos nos últimos 1 000 anos.

“O que o aquecimento global faz é tornar o ano todo mais parecido com um verão”, diz o meteorologista Carlos Nobre, do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC). Além do calor, espere todas as atrações de um verão que se preze (secas, enchentes e tempestades) e mais algumas (nevascas, por exemplo, que são fruto de mais umidade em regiões frias). “Se aquecemos a atmosfera, aumentamos a energia e toda a máquina do clima trabalha mais rápido: muita chuva em um momento e muita evaporação em outro. E aí começa o caos”, afirma José Marengo, também do CPTEC.

Com isso, os prejuízos com desastres naturais ao redor do mundo têm aumentado. Segundo a ONU, eles foram de 55 bilhões de dólares em 2002. Em 2003, o número subiu para 60 bilhões. Um relatório elaborado em 2002 por 295 bancos e companhias de seguro concluiu que as perdas chegarão a 150 bilhões de dólares por ano na próxima década. Andrew Dlugolecki, diretor da maior seguradora britânica, avalia que as perdas em 2065 serão maiores do que o valor de toda a produção mundial.

É difícil saber se toda essa grana pode ser debitada da conta do aquecimento global. Afinal, o clima sempre foi imprevisível e sujeito a desgraças repentinas. Mas a lógica diz que deve haver algo de errado quando tanta coisa estranha acontece ao mesmo tempo. Veja como exemplo o furacão Catarina, que em março de 2004 atingiu a Região Sul brasileira, destruindo milhares de casas. Ele bem pode ser um fenômeno de causas naturais. Mas nunca em toda a história houve qualquer registro de furacões naquelas bandas. Não é coincidência demais que tenha acontecido justo agora?

Mas existem alguns fenômenos mais fáceis de relacionar ao aquecimento. Em 2003, um calor muito acima da média na Europa causou cerca de 30 mil mortes e um prejuízo direto de 13,5 bilhões de dólares. “Foi um verão atípico, mas os modelos dizem que, daqui a 50 anos, a temperatura média européia será parecida com a que gerou essa catástrofe”, diz David King, o principal consultor para assuntos científicos do governo inglês. Outra consequência bem clara do aquecimento global é que, em todo o mundo, o inverno está chegando mais tarde e o verão, mais cedo. Na Inglaterra, a primavera aparece 3 semanas antes. Isso significa flores desabrochando mais cedo, animais

mudando a época de acasalamento e muitas espécies migrando lentamente em direção aos pólos, onde o clima é mais parecido com o que estavam acostumadas.

Não apenas as espécies selvagens são afetadas pelo problema: as plantações também perdem. Entre 2000 e 2003, pela primeira vez na história recente, o mundo produziu menos grãos do que consumiu por 4 anos seguidos (ou seja, tivemos de atacar nossos estoques). “A produção cai com o aumento da temperatura. Inevitavelmente, ela vai diminuir mais e a fome no mundo, aumentar”, diz o agrometereologista Hilton Silveira Pinto, da Unicamp.

Esses problemas já estão fazendo vítimas. Segundo a Organização Mundial da Saúde, o aquecimento global mata cerca de 160 mil pessoas por ano. Vários dos fatores diretos das mudanças climáticas afetam a saúde: falta de alimentos leva à desnutrição, enchentes trazem leptospirose e contaminam fontes de água, o que traz diarreias. Mas, nessa história toda, pelo menos uma família de animais parece ter se beneficiado: os mosquitos. Resultado: epidemias. Eles não só se proliferam mais rapidamente no calor como atingem áreas que antes eram frias demais para o seu estilo de vida. Junto com eles, doenças como malária, dengue e febre amarela têm mais possibilidades de se propagar. Ou seja, é uma tragédia. Mas pode piorar muito.

Por que esquentam?

Mas, afinal, de onde vem o aquecimento global? Acertou quem respondeu “efeito estufa”. Não que ele seja ruim por natureza. O efeito estufa é o fruto da ação de vários gases - como dióxido de carbono, metano, óxido nitroso e até vapor de água - e o seu resultado é preservar um pouco do calor na Terra e permitir que o nosso planeta se mantenha com essa temperatura confortável. Não fosse por ele, toda a energia que o Sol emite durante o dia escaparia para o espaço à noite e a temperatura média do planeta ficaria em torno de 18 oC negativos, em vez dos acolhedores 13 oC positivos de hoje.

O mais influente desses gases, o dióxido de carbono, está em uma concentração bem pequena na atmosfera. Até o século 19, ele não passava de 0,027% do ar que respiramos.

fonte:<http://super.abril.com.br/ecologia/aquecimento-global-comeco-fim-446034.shtml> (texto reduzido)

Estudo Dirigido

- 1) Partindo do texto, quais as interferências do aquecimento global hoje no planeta Terra? (cite, ao menos, dois exemplos)
- 2) De acordo com a passagem do texto: “Se aquecemos a atmosfera, aumentamos a energia e toda a máquina do clima trabalha mais rápido”... É difícil saber se toda essa grana pode ser debitada da conta do aquecimento global. Afinal, o clima sempre foi imprevisível e sujeito a desgraças repentinas.”. Para você, há uma razão direta entre as mudanças climáticas e o aquecimento global? Justifique sua resposta, apresentando, no mínimo, dois argumentos que reforcem sua opinião.

- 3) Em uma passagem do texto, o autor diz que a fome no planeta pode aumentar devido ao aquecimento global. Relacione esses dois fatos.
- 4) O que é o efeito estufa? Ele é necessário para o planeta?
- 5) Sabendo que a temperatura normal do corpo humano é 37°C , você acha que sem o efeito estufa, seria possível haver vida humano na Terra? Justifique sua resposta.

ANEXO 6: Estudo dirigido sobre o texto “Mudanças climáticas e Amazônia”¹¹⁹ produzido pelo grupo 2.

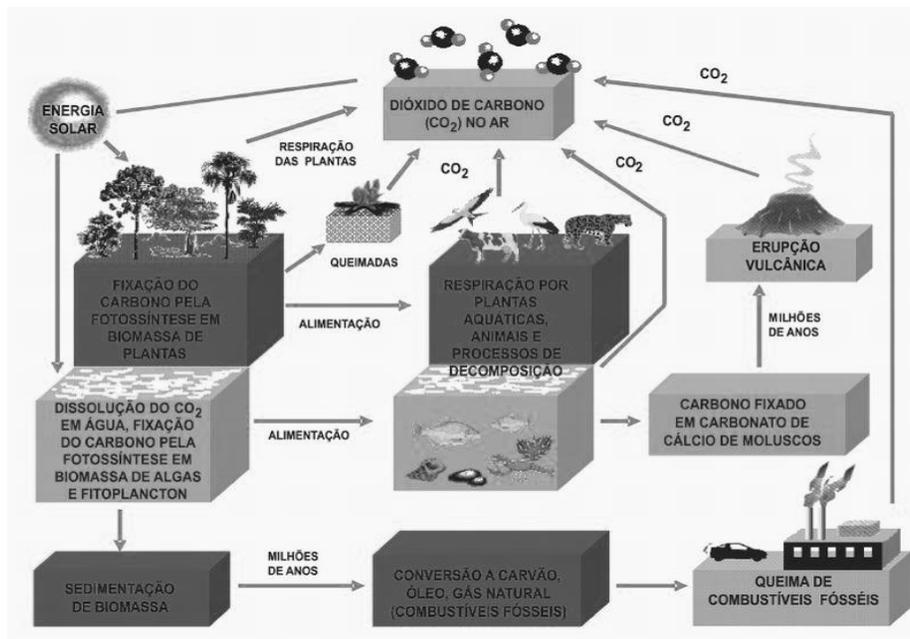
Questões para o segundo texto paradidático:

Após leitura do texto responda o que se pede:

“(…) aumentando o risco de incêndios florestais porque o secamento da vegetação na estação seca e sua flamabilidade são maiores com temperaturas mais altas.”

(Utilize o texto para responder as questões 1 e 2).

- 1- Como este fato interfere no fenômeno de aquecimento global?
- 2- Relacionar o esquema abaixo com o trecho acima, retirado do artigo. Cite e explique o que é mais preocupante ao se interferir no ciclo biogeoquímico em questão.



- 3- De acordo com o texto “Mudanças climáticas e Amazônia” de Carlos A. Nobre, a temperatura de algumas regiões do planeta pode aumentar até 6°C. Que influência essa variação de temperatura teria na biodiversidade.

¹¹⁹ NOBRE, C. A., SAMPAIO, G, e SALAZAR, L.. Mudanças climáticas na Amazônica - *Ciência e Cultura*, p. 22-27, 2007.

4- A digestão de ruminantes libera gás metano. A partir desta informação e de dados retirados do texto, explique como o aumento do pastoreio pode interferir no aquecimento global.

5-

a) Conceitue savanização.

b) Construa um parágrafo relacionando Floresta Amazônica, savanização e aquecimento global.

ANEXO 7: Materiais de consulta utilizados na versão final da Unidade Temática produzida pelo grupo 1.

AGENCIA USP. Visão crítica: Pesquisadora da USP questiona aquecimento global. Disponível em: <http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=pesquisador-a-usp-questiona-existencia-aquecimento-global&id=010125111008> Acesso em: 19 jul. 2013.

Futurama (vídeo). Crimes of the Hot (Calor de matar). Direção: Temporada 5. Episódio 1. Peter Avanzino. 2002.

Infográfico 1. "Cenário de mudanças climática para o Brasil". Disponível em <http://amazonia.org.br/2013/02/brasil-amea%C3%A7ado-pelas-mudan%C3%A7as-clim%C3%A1ticas/> Acesso em: 19 jul. 2013.

Infográfico 2: Gráfico do aquecimento global. Disponível em <http://juliosevero.blogspot.com.br/2013/04/a-grande-farsa-verde-n-1.html> Acesso em: 19 jul. 2013.

NAGEM, R. L.; OLIVEIRA, N. R.; WIKROTA, J. M. **Circulação de materiais na biosfera**. Belo Horizonte: Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais (Módulo Didático). 1998.

NAGEM, R. L.; WIKROTA, J. M.; OLIVEIRA, N. R. **Problemas ambientais de uma comunidade: o que posso fazer?** Belo Horizonte: Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais (Módulo Didático). 1998.

NAGEM, R. L.; WIKROTA, J. M.; OLIVEIRA, N. R. **Investigando um lote vago**. Belo Horizonte: Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais (Módulo Didático). 1998.

O RIO de Janeiro é uma das cidades ameaçadas pelo aquecimento global Disponível em: <http://matematica.spaceblog.com.br/10663/O-Rio-de-Janeiro-e-uma-das-cidades-ameacadas-pelo-aquecimento-global/> Acesso em: 07 jul. 2013.

PANZERA, Arjuna C.; GOMES, Arthur E Q; MOURA, Dácio G.. O Efeito Estufa e a Temperatura da Terra. Disponível em: http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/banco_objetos_crv/%7BC437DCD9-DE8B-41FB-A97C-AF2D71601D33%7D-O%20efeito%20estufa%20e%20a%20temperatura%20da%20Terra.pdf Acesso em: 15 jun. 2013.

Revista Superinteressante. Climas do outro planeta. Disponível em: <http://super.abril.com.br/tecnologia/climas-do-outro-planeta> Acesso em: jun. 2013.

ROA, Michael. **Environmental Science Activities Kit: Ready-to-Use Lessons, Labs, and Worksheets for Grades 7-12**, 2ed. Jossey-Bass. San

Francisco. 2009. 486p.

SAGAN, C.. Fuga da emboscada In: **Bilhões e bilhões: reflexões sobre vida e morte na virada do milênio**. São Paulo. Ed. Schwarcz , 1997.

Site - O degelo e o nível do mar. Ponto Ciência. Disponível em:
<http://pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/o-degelo-e-o-nivel-do-mar/919> e
https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=R7iyZyZXu6c

Tirinha 1 - Um sábado qualquer. Aquecimento global 7. Disponível em:
<http://www.umsabadoqualquer.com/> . Acesso em ago. 2013.

Tirinha 2 - Um pequeno mundo. Aquecimento global 1. Disponível em:
<http://www.umpequenomundo.com/> Acesso em ago. 2013.

Tirinha 3 - Peixe aquático. Aquecimento global. Disponível em:
<http://www.peixeaquatico.net/> . Acesso em set. 2013.

Tirinha 4 - Bira. Aquecimento global. Disponível em:
<http://www.fotolog.com/bira2009/44290697/> Acesso em set. 2013.

Tirinha 5 – “Cristo”. Disponível em:
<http://matematica.spaceblog.com.br/10663/O-Rio-de-Janeiro-e-uma-das-cidades-ameacadas-pelo-aquecimento-global/> Acesso em set. 2013

Uma Verdade Inconveniente (documentário). Direção: Davis Guggenheim.
EUA, 2006.

ANEXO 8: Materiais de consulta utilizados na versão final da Unidade Temática produzida pelo grupo 2.

Artigo - NOBRE, C. A., SAMPAIO, G, e SALAZAR, L.. Mudanças climáticas na Amazônica - **Ciência e Cultura**, p. 22-27, 2007.

Artigo - Costa, T. R. N.; A. C. O. Q. Carnaval e L. F. Toledo. Mudanças climáticas e seus impactos sobre os anfíbios brasileiros. **Revista da Biologia - USP**. v. 8, p. 33-37. 2012.

Livro - AMABIS, J. M.; G. R. MARTHO. **Biologia**. Vol. III. Ed. Moderna. 2010.

SENE, Eustáquio de; MOREIRA, João Carlos. **Geografia Geral e do Brasil: Espaço Geográfico e Globalização**. São Paulo, Scipione, 2008.

Site Greenitbrasil: <http://www.greenitbrasil.com.br/?tag=sequestro-de-carbono>